

Министерство обороны Российской Федерации  
Федеральное государственное казённое военное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков  
имени Героя Советского Союза А.К. Серова»

# **НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО**

**Сборник научных статей XIII Международной  
научно-практической конференции  
«Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского»  
21–22 декабря 2022 года**

Краснодар  
2023

УДК 629.7+358.4  
ББК 39.5+68.53  
Н34

**Редакционная коллегия:**

С.В. Румянцев,  
В.И. Медведев,  
В.В. Терехов

**Н34 Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского.**  
Сборник научных статей XIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского» 21–22 декабря 2022 года / КВВАУЛ им. Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – 576 с.

ISBN 978-5-91718-714-3

В сборнике представлены тексты выступлений на конференции, затрагивающие проблемы исследования авиационных систем и комплексов военного назначения, новых технологий в обучении и образовании, педагогика и психология.

Адресуется аспирантам, студентам, курсантам, а также преподавателям вузов.

ББК 39.5+68.53  
УДК 629.7+358.4

ISBN 978-5-91718-714-3

© Коллектив авторов, 2023  
© КВВАУЛ им. Героя Советского Союза  
А.К. Серова, 2023  
© Оформление ООО «Издательский  
Дом – Юг», 2023

# СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ ..... NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

- Румянцев С.В.**  
Повышение надежности боевых авиационных комплексов,  
как фактор обеспечения безопасности полетов ..... 17  
**Rumyantsev S.V.**  
Improving the reliability of combat aircraft complexes as a factor of flight safety
- Гордиенко С.А., Маркелов В.И.**  
Тепловые процессы высокой интенсивности  
в модульных объектах авиационной техники ..... 21  
**Gordienko S.A., Markelov V.I.**  
High intensity thermal processes in modular aviation facilities
- Гордиенко С.А., Маркелов В.И.**  
Графическое представление программы управления  
авиационного двигателя как элемент технологии преподавания  
специальной дисциплины ..... 26  
**Gordienko S.A., Markelov V.I.**  
Graphical representation of the aircraft engine control program  
as an element of the technology of teaching disciplines
- Гордиенко С.А., Маркелов В.И., Захаренко С.Г.**  
Необходимость смены парадигмы обучения иностранных специалистов  
в области инженерных дисциплин ..... 36  
**Gordienko S.A., Markelov V.I., Zakharenko S.G.**  
Need of paradigm shift in training of foreign specialists in engineering disciplines
- Культурмиди К.П., Захаренко Д.Г.**  
Приоритетные направления использования информационных технологий  
в образовательном процессе ..... 41  
**Kulturmidi K.P., Zakharenko D.G.**  
Priority directions of using information technologies in the educational process
- Рубцов Н.Р., Панков В.П., Рачук И.П., Бугреев С.В.**  
Поршневые кольца. Устройство, виды, функции ..... 45  
**Rubtsov N.R., Pankov V.P., Rachuk I.P., Bugreev S.V.**  
Piston rings, device, types, functions
- Панков В.П., Баженов А.В., Панков Д.В., Статкевич А.Н.**  
Структуры полей в граничащих средах ..... 55  
**Pankov V.P., Bazenov A.V., Pankov D.V., Statkevich A.N.**  
Field structures in bordering environments
- Дорохов Д.В., Патоков Б.Б., Горобчук А.Р.**  
Оценка эффективности преодоления ПВО противника группой самолетов ..... 65  
**Dorokhov D.V., Patokov B.B., Gorobchuk A.R.**  
Evaluation of the effectiveness of overcoming enemy  
air defense by a group of aircraft

<b>Конотоп В.И., Воробьев Е.В., Попов А.Ю.</b> Энергетический расчет оптико-электронной измерительной системы .....	68
<b>Konotop V.I., Vorobyev E.V., Popov A.Yu.</b> Energy calculation of opto-electronic measuring system	
<b>Патоков Б.Б., Горобчук А.Р., Сотников С.В.</b> Авианесущий экраноплан .....	73
<b>Patokov B.B., Gorobchuk A.R., Sotnikov S.V.</b> Aircraft carrier ekranoplan	
<b>Абакшин К.С., Антошкина Н.С.</b> Перспективы развития новых видов оружия, основанных на использовании физических, химических и энергетических принципах действия .....	81
<b>Abakshin K.S., Antoshkina N.S.</b> Prospects for the development of new types of weapons, based on the use of physical, chemical, and energy principles of actions	
<b>Баринов С.В., Корсунов С.В., Попов С.А.</b> Средства информационного обеспечения образовательного процесса .....	89
<b>Barinov S.V., Korsunov S.V., Popov S.A.</b> The means of information support of the educational process	
<b>Божко С.В., Браткова Т.В., Колмаков В.А.</b> История создания ядерных ракетных двигателей .....	94
<b>Bozhko S.V., Bratkova T.V., Kolmakov V.A.</b> History of nuclear rocket engines development	
<b>Божко С.В., Браткова Т.В., Кирдяпкин А.А.</b> Ионно-плазменный двигатель – далекое будущее или реальность? .....	100
<b>Bozhko S.V., Bratkova T.V., Kirdyapkin A.A.</b> Ion-plasma engine – a distant future or reality?	
<b>Божко С.В., Браткова Т.В., Курбасов А.М., Пеняшкин А.А.</b> Двигатели Д-30 КП и ПС-90А-76 для ИЛ-76 .....	104
<b>Bozhko S.V., Bratkova T.V., Kurbasov A.M., Peniashkin A.A.</b> D-30 KP and PS-90A-76 engines on the IL-76 aircraft	
<b>Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А.</b> Место механики в образовательной программе военного летчика-инженера .....	110
<b>Gimbitskaya L.A., Gimbitsky V.A.</b> The place of mechanics in educational the program of a military pilot-engineer	
<b>Панков В.П., Баженов А.В., Панков Д.В., Швецов А.А.</b> Электромагнитные волны в идеальном диэлектрике .....	116
<b>Pankov V.P., Bazenov A.V., Pankov D.V., Shvetsov A.A.</b> Electromagnetic waves in an ideal dielectric	
<b>Рубцов Н.Р., Панков В.П., Зинченко И.Н., Рачук И.П.</b> Износостойкие покрытия поршневых колец .....	126
<b>Rubtsov N.R., Pankov V.P., Zinchenko I.N., Rachuk I.P.</b> Wear resistant coating of piston rings	

- Панков В.П., Панков Д.В., Фурсина А.Б., Степанова М.В.**  
Исследования дислокационной структуры и динамики краевых дислокаций лопаток турбин авиационных ГТД в процессе эксплуатации ..... 134
- Pankov V.P., Pankov D.V., Fursina A.B., Stepanova M.V.**  
Studies of dislocation structure and dynamics of edge dislocations of turbine engines during operation
- Пивень В.А., Шипалов В.И., Ерлагаев В.Ш., Землянкин Е.Д.**  
Перспективные материалы для хранения водорода: боргидрид лития  $\text{LiBH}_4$  ..... 144
- Piven V.A., Shipalov V.I., Yerlagaev V.Sh., Zemlyankin E.D.**  
Promising materials for hydrogen storage: lithium borohydride  $\text{LiBH}_4$
- Сараев И.В., Маслеников А.Г., Черный Р.Р.**  
Анализ проблем компьютеризации профессиональной подготовки летчиков ..... 152
- Saraev I.V., Maslenikov A.G., Chernyy R.R.**  
Analysis of problems of computerization of professional training of pilot
- Сараев И.В., Романенко Т.М., Черный Р.Р.**  
Психологические аспекты компьютеризации обучения летчиков ..... 157
- Saraev I.V., Romanenko T.M., Chernyy R.R.**  
Psychological aspects of computerization of pilot training
- Степанова М.В., Степанов В.В.**  
Критериальные параметры при проверке расчетно-графических работ по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» ..... 164
- Stepanova M.V., Stepanov V.V.**  
Criteria parameters when checking computational and graphic works in the discipline «Descriptive geometry and engineering graphics»
- Горобчук А.Р., Степанова М.В., Степанов В.В.**  
Предпосылки и автоматизированное проектирование упрощенного механизма изменения стреловидности крыла с дальнейшим использованием как демонстрационной модели ..... 170
- Gorobchuk A.R., Stepanova M.V., Stepanov V.V.**  
Prerequisites and computer-aided design of a simplified mechanism for changing the sweep of the wing with further use as a demonstration model
- Мутовкина Ж.В., Степанова М.В., Степанов В.В., Нефедовский В.А.**  
Геометрическая концепция создания модели жаровой трубы кольцевого типа ..... 175
- Mutovkina J.V., Stepanova M.V., Stepanov V.V., Nefedovsky V.A.**  
Geometric concept of creating a model of a ring-type heat pipe
- Абдурахманов З.А., Шипулин Д.В., Чижиков М.Е., Горобчук А.Р.**  
Исследование обтекания крыла при изменении его стреловидности ..... 180
- Abdurakhmanov Z.A., Shipulin D.V., Chizhikov M.E., Gorobchuk A.R.**  
Investigation of the flow around the wing when changing its sweep
- Арустамова И.С., Исаева Л.О., Остапенко П.Р.**  
Экологические последствия выбросов метана в атмосферу ..... 186
- Arustamova I.S., Isaeva L.O., Ostapenko P.R.**  
Environmental consequences of methane emissions into the atmosphere

- Мажирин Ю.А., Окунев В.И.**  
Развитие беспилотных летательных аппаратов в вооружённых силах НАТО, Российской Федерации. Боевое применение БЛА в вооружённых конфликтах, специальной военной операции и локальных войнах ..... 191
- Mazhirin Y.A., Okunev V.I.**  
Improving the quality of practical mastering by cadets of the duties of a motorized Rifle Platoon Commander in various types of combat using computer modeling in the form of multimedia programs and video demonstrations
- Нефедовский В.А., Савицкий Ю.А., Степанова М.В., Коссой В.А.**  
Информационно-образовательная среда кафедры ..... 203
- Nefedovskii V.A., Savitskii Yu.A., Stepanjva M.V., Kossoy V.A.**  
Information and educational environment of the department
- Терехов В.В., Нефедовский В.А., Савицкий Ю.А.**  
Переходные характеристики тонкого профиля в потоке между двумя стенками ..... 208
- Terehov V.V., Nefedovskii V.A., Savitskii Yu.A.**  
Transitional characteristics of a thin profile in a flow between two walls
- Нагучев Д.М., Меджидов Р.Р.**  
Применение авиационных комплексов и особенности восстановления военного потенциала России в условиях Крайнего севера ..... 212
- Naguchev D.M., Medzhidov R.R.**  
The use of aviation systems and features of the restoration of the military potential of Russia in the conditions of the far north
- Молчанов В.В., Новицкая М.Г., Темирбулатов А.А.**  
«Первый спутник». К 65-летию запуска первого искусственного спутника Земли ..... 216
- Molchanov V.V., Novitskaya M.G., Temirbulatov A.A.**  
«The first satellite». On the 65th anniversary of the launch of the first artificial Earth satellite
- Молчанов В.В., Новицкая М.Г., Темирбулатов А.А.**  
Старший брат «Белого лебедя» (к 45-летию первого рейса сверхзвукового пассажирского самолета ТУ-144) ..... 222
- Molchanov V.V., Novitskaya M.G., Temirbulatov A.A.**  
The elder brother of the «White swan» (to the 45th anniversary of the first flight of the TU-144 supersonic passenger aircraft)
- Маркевич А.В., Асадуллин Р.Р., Ширин В.В.**  
Деятельность организаций в вопросах безопасности полетов ..... 229
- Markevich A.V., Asadullin R.R., Shirin V.V.**  
Activities of organizations in matters of flight safety
- Коссой В.А., Нефедовский В.А., Букаткин Р.Н., Степанова М.В.**  
Различные аспекты поэтапного перехода на обучение с применением информационных технологий по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» в рамках педагогического эксперимента ..... 234
- Kossoy V.A., Nefedovsky V.A., Bukatkin R.N., Stepanova M.V.**  
Various aspects of phased transition to training with applying information technologies on subject «Descriptive geometry and engineering graphics» within pedagogical experiment

<b>Захаренко Г.И., Захаренко С.Г., Гордиенко С.А.</b> Анализ состояния изучения проблемы формирования экономической культуры учащихся в общеобразовательном учреждении .....	240
<b>Zakharenko G.I., Zakharenko S.G., Gordienko S.A.</b> Analysis of the state of studying the problem of formation of economic culture of students in a general education institution	
<b>Захаренко Г.И., Захаренко С.Г., Маркелов В.И.</b> Экономическая культура, как самостоятельная часть в развитии сознания, умозаключения и воспитания личности .....	245
<b>Zakharenko G.I., Zakharenko S.G., Markelov V.I.</b> Economic culture, as an independent part in the development of consciousness, reasoning and personal education	
<b>Захаренко Г.И., Захаренко Д.Г.</b> К вопросу совершенствования радиоэлектронных систем самонаведения летательных аппаратов .....	254
<b>Zakharenko G.I., Zakharenko D.G.</b> On the issue of improving radio-electronic homing systems of aircraft	
<b>Куликова Т.А., Чабров С.Е.</b> Оценка тяги двигателей летательных аппаратов .....	258
<b>Kulikova T.A., Chabrov S.E.</b> Evaluation of the thrust of aircraft engines	
<b>Куликова Т.А., Чабров С.Е.</b> Методические основы статистической имитационной модели поверки .....	263
<b>Kulikova T.A., Chabrov S.E.</b> Methodological foundations of statistical simulation model of verification	
<b>Куликова Т.А., Куликов М.В., Чабров С.Е.</b> Проблемы точности измерений физических параметров авиационными приборами .....	268
<b>Kulikova T.A., Kulikov M.V., Chabrov S.E.</b> Problems of the accuracy of measurements of physical parameters by aircraft instruments	
<b>Стрельцов Д.В., Зоберт М.К., Куликов М.В., Куликова Т.А.</b> Эпоксидсодержащие полимеры .....	273
<b>Streltsov D.V., Zobert M.K., Kulikov M.V., Kulikova T.A.</b> Epoxy-containing polymers	
<b>Атрощенко В.А., Сингаевский Н.А., Чигликова Н.Д.</b> Алгоритм разработки нейронной сети, как один из методов создания искусственного интеллекта .....	278
<b>Atroschenko V.A., Singaevsky N.A., Chiglikova N.D.</b> Neural network development algorithm as one of the methods of artificial intelligence creation	
<b>Атрощенко В.А., Сингаевский Н.А., Тигров С.И.</b> Разработка программной эмуляции одноканального процессора для систем управления .....	282
<b>Atroschenko V.A., Singaevsky N.A., Tigrov S.I.</b> Development of software emulation single-stroke processor for control systems	

<b>Булатникова И.Н., Терехов В.В.</b> Целочисленные алгоритмы вычисления средних величин .....	287
<b>Bulatnikova I.N., Terekhov V.V.</b> Integer algorithms for computing averages	
<b>Булатникова И.Н., Яковлева Е.С.</b> Управление манипуляторами средствами электронной кинематики .....	291
<b>Bulatnikova I.N., Yakovleva E.S.</b> Control of manipulators based on electronic kinematics	
<b>Санников И.П., Макухин В.А., Вовкотруб В.В.</b> Первый полет в будущее – самолет ТУ-160М2 .....	295
<b>Sannikov I.P., Makukhin V.A., Vovkotrub V.V.</b> First flight to the future – TU-160M2 aircraft	
<b>Пантелеев П.И., Скачков Н.А., Вовкотруб В.В.</b> Перспективный авиационный комплекс транспортной авиации (ПАК ТА) – шаг в будущее .....	299
<b>Panteleev P.I., Skachkov N.A., Vovkotrub V.V.</b> Perspective aviation complex of transport aviation (PAK TA) – a step into the future	
<b>Ткаченко Д.А., Осадченко А.К., Вовкотруб В.В.</b> Перспективный авиационный комплекс дальней авиации .....	303
<b>Tkachenko D.A., Osadchenko A.K., Vovkotrub V.V.</b> Perspective aviation complex of long range aviation	
<b>Вовкотруб В.В.</b> Универсальная структурная математическая модель замкнутых кинематических цепей подвижных звеньев .....	308
<b>Vovkotrub V.V.</b> Universal structural mathematical model of closed kinematic chains of moving links	
<b>Головнина Н.В., Исаев Г.Р., Таскин С.А.</b> Задачи по расчету надежности технических средств для курсовых проектов и самостоятельной работы курсантов .....	314
<b>Golovnina N.V., Isaev G.R., Taskin S.A.</b> Tasks for calculating the reliability of technical means for course projects and independent work of cadets	
<b>Данович Л.М., Красина И.Б., Сторчеус К.Н., Терехов В.В.</b> Нечеткий подход QFD для определения стратегий управления разработкой кондитерских изделий .....	322
<b>Danovich L.M., Krasina I.B., Storcheus K.N., Terekhov V.V.</b> Fuzzy QFD approach for defining confectionary development management strategies	
<b>Даутова И.С., Курдюкова Т.А., Саввина Н.В.</b> Анализ применения технологии чат-ботов как инструмента взаимодействия с пользователем .....	327
<b>Dautova I.S., Kurdyukova T.A., Savvina N.V.</b> The chat-bots technology application analysis as a tool of the user interaction	



- Даутова И.С., Нагорская Е.М., Целина Д.С.**  
Исследование работы алгоритма интерпретатора машины тьюринга ..... 332
- Dautova I.S., Nagorskaya E.M., Tselina D.S.**  
The turing machine interpretator algorithm investigation
- Даутова И.С., Лукьянов В.И., Семенов М.В.**  
К вопросу исследования машины тьюринга  
на примере реализации алгоритма шифрования данных ..... 336
- Dautova I.S., Lukyanov V.I., Semenov M.V.**  
To the question of the turing machine study  
on the data encryption algorithm implementation example
- Бухонский М.И., Дейкун Г.И., Дейкун Д.Г.**  
Совершенствование методики обучения в предметной области  
электротехники и электроники на основе интеллект-карт ..... 340
- Bukhonsky M.I., Deykun G.I., Deykun D.G.**  
Improvement of teaching methods in the subject area of electrical engineering  
and electronics on the basis of intelligence maps
- Дьяченко Р.А., Косолапов П.А.,  
Гура Д.А., Северюхин Н.К., Стариков Б.М.**  
Анализ применения существующих программных компонентов в задачах  
подготовки данных для сегментации изображений городской застройки ..... 347
- Dyachenko R.A., Kosolapov P.A.,  
Gura D.A., Severyukhin N.K., Starikov B.M.**  
Analysis of the application of existing software components  
in the problems of data preparation for urban image segmentation
- Гура Д.А., Дьяченко Р.А.,  
Беркова Е.Д., Панютищева А.А., Косолапов П.А.**  
К вопросу о применении систем поддержки принятия решений  
в различных сферах жизни общества ..... 351
- Gura D.A., Dyachenko R.A.,  
Berkova E.D., Panyutischeva A.A., Kosolapov P.A.**  
On the issue of the application of decision support systems  
in various spheres of society
- Гура Д.А., Дьяченко Р.А.,  
Андрющенко А.В., Белоконь И.А., Степаненко В.Е.**  
Устройство и принцип работы наземного лазерного сканера н  
а примере LEICA SCANSTATION C10 ..... 357
- Gura D.A., Dyachenko R.A.,  
Andryushchenko A.V., Belokon I.A., Stepanenko V.E.**  
The device and the principle of operation of a ground-based laser scanner  
on the example of the LEICA SCANSTATION C10
- Коханый А.Ф., Чеснов Ю.Н., Нкурикин Д.М.**  
Самолеты вертикального взлета и посадки.  
История создания и перспективы развития ..... 362
- Kohany A.F., Chesnov Yu.N., Nkurikinka D.M.**  
Vertical takeoff and landing aircraft.  
History of creation and prospects of development

<b>Данович Л.М., Красина И.Б., Бакланов М.В., Красина Е.В., Терехов В.В.</b>	
Новый подход к регрессионному анализу для классификации оказателей качества в модели КАНО: эмпирический тест в индустрии продуктов спортивного питания .....	370
<b>Danovich L.M., Krasina I.B., Baklanov M.V., Krasina E.V., Terekhov V.V.</b>	
A new approach to regression analysis for the classification of quality indicators in the KANO model: an empirical test in the sports nutrition industry	
<b>Андрияди Т.Е., Посмитная Л.А.</b>	
Разработка микропроцессорной системы управления стиральной машиной автомат .....	375
<b>Andriadi T.E., Posmitnaya L.A.</b>	
Development of a microprocessor control system for a washing machine	
<b>Гончарова А.А., Посмитная Л.А.</b>	
Разработка микропроцессорной системы управления теплицей в форме арки .....	382
<b>Goncharova A.A., Posmitnaya L.A.</b>	
Development of a microprocessor-based greenhouse control system in the form of an arch	
<b>Иванников М.В., Посмитная Л.А.</b>	
Особенности разработки системы автоматизированного управления микроклиматом в террариуме на базе микроконтроллера .....	388
<b>Ivannikov M.V., Posmitnaya L.A.</b>	
Features of the development of an automated microclimate control system in a terrarium based on a microcontroller	
<b>Ковтун М.С., Посмитная Л.А.</b>	
Разработка микропроцессорной системы управления птицефермой .....	393
<b>Kovtun M.S., Posmitnaya L.A.</b>	
Development of a microprocessor-based poultry farm management system	
<b>Романенко Т.М., Терехов В.В.</b>	
Исследование структуры и компонентов системы управления мехатронными технологическими комплексами .....	398
<b>Romanenko T.M., Terekhov V.V.</b>	
Study of structure and components control systems of mechatronic technological complexes	
<b>Гринев Д.Д., Богданов В.В., Василенко Н.В.</b>	
Анализ информационной системы управления водоснабжением .....	402
<b>Grinev D.D., Bogdanov V.V., Vasilenko N.V.</b>	
Information system analysis water supply management	
<b>Гринев Д.Д., Богданов В.В., Василенко Н.В.</b>	
Анализ информационной системы управления теплоснабжением .....	408
<b>Grinev D.D., Bogdanov V.V., Vasilenko N.V.</b>	
Information system analysis heat supply management	

**Гринев Д.Д., Богданов В.В., Василенко Н.В.**  
Принцип построения систем мониторинга для СЭС ..... 414  
**Grinev D.D., Bogdanov V.V., Vasilenko N.V.**  
The principle of building monitoring systems for SES

**Новик А.В., Кудряшов А.С.**  
Беспилотные летательные аппараты,  
перспективы развития, классификация и способы борьбы с ними ..... 420  
**Novik A.V., Kudryashov A.S.**  
Unmanned aerial vehicles, development prospects,  
classification and ways to combat them

**ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ..... HUMANITIES AND SOCIO-ECONOMIC SCIENCES**

**Стрелецкий Я.И.**  
Специальная военная операция вооруженных сил РФ на Украине:  
правовой аспект ..... 429  
**Streleckiy Ya.I.**  
Special military operation of the armed forces-RF-in Ukraine: legal aspect

**Кашин В.А., Кодис О.Ю.**  
Активизация познавательной деятельности курсантов  
на семинарских занятиях. Творческая дискуссия на семинаре ..... 433  
**Kashin V.A., Kodis O.Yu.**  
Activation of cognitive activity of cadets in seminar classes.  
Creative discussion at the seminar

**Ясиновский А.В.**  
Истоки отечественной авиации как фактор развития Военно-воздушных сил ..... 441  
**Yasinovsky A.V.**  
Sources of domestic aviation as a factor in the development of the air force

**Духанин М.М.**  
Методологический подход при организации электронного обучения в вузе ..... 445  
**Dukhanin M.M.**  
Methodological approach in the organization e-learning at the university

**Дорохов Д.В., Маркевич А.В., Исаев Г.Р., Терехов В.В.**  
Теоретико-методологические подходы развития  
управленческой компетентности будущих офицеров ..... 450  
**Dorokhov D.V., Markevich A.V., Isaev G.R., Terekhov V.V.**  
Theoretical and methodological approaches to the development  
of managerial competence of future officers

**Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А., Чеснов Ю.Н.**  
Нравственное воспитание курсанта ..... 457  
**Gimbitskaya L.A., Gimbitsky V.A., Chesnov Yu.N.**  
Moral education of a cadet

<b>Борисов А.В., Духанин М.М.</b> Обучение первых российских летчиков в зарубежных воздухоплавательных школах .....	463
<b>Borisov A.V., Dukhanin M.M.</b> Training of the first russian pilots in foreign aeronautical schools	
<b>Лукинова М.Г., Додова Л.М., Костюченко А.А.</b> Формирование образа полета в образовательном процессе: инновационный подход .....	468
<b>Lukinova M.G., Dodova L.M., Kostyuchenko A.A.</b> Formation of the image of flight in the educational process: innovative approach	
<b>Ильинова С.В.</b> Современное состояние и тенденции экологической безопасности, экологизация окружающей среды .....	473
<b>Ilyinova S.V.</b> Current state and trends of environmental safety, environmental greening	
<b>Савицкий Ю.А., Нефедовский В.А., Короткевич А.А., Давыдова П.Д.</b> Формирование управленческой компетентности будущих офицеров .....	478
<b>Savitsky Yu.A., Nefedovsky V.A., Korotkevich A.A., Davidova P.D.</b> Formation of managerial competence future officers	
<b>Папулов В.Д., Дунайцев А.И., Шипулин М.В.</b> О направлениях развития организационно-управленческого иметодического обеспечения дистанционного обучения в КВВАУЛ .....	484
<b>Papulov V.D., Dunaitsev A.I., Shipulin M.V.</b> About the directions of development of organizational, managerial and methodological support of distance learning in KVVAUL	
<b>Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А., Колеванов А.Ю.</b> К вопросу о задачах военной педагогики в современном мире .....	488
<b>Gimbitskaya L.A., Gimbitsky V.A., Kolevatov A.Yu.</b> To the question of the tasks of the military pedagogy in the modern world	
<b>Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А., Чеснов Ю.Н.</b> О военно-профессиональной мотивации будущего летчика, не имеющего первоначальной летной подготовки .....	494
<b>Gimbitskaya L.A., Gimbitsky V.A., Chesnov Yu.N.</b> About military-professional motivation a future pilot who does not have initial flight training	
<b>Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А.</b> К вопросу о важности трудового и физического воспитания курсанта военного училища .....	499
<b>Gimbitskaya L.A., Gimbitsky V.A.</b> To the question of the importance of labor education a cadet of a military school	
<b>Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А.</b> Связь умственного воспитания с образованием и развитием личности .....	505
<b>Gimbitskaya L.A., Gimbitsky V.A.</b> The connection of mental education with education and personal development	

- Баштовая А.В.**  
Боевой порядок «Кубанская Этажерка».  
Его место и роль в авиационных сражениях битвы за Кавказ ..... 512
- Bashtovaya A.V.**  
The Kuban Stagecoach combat order.  
Its place and role in the air battles of the battle of the caucasus
- Бархозов М.Г., Баштовой В.Ю.**  
Опыт педагогического состава военного учебного центра  
в организации военно-патриотического воспитания студентов ..... 520
- Barkhozov M.G., Bashtovoy V.Yu.**  
The experience of the pedagogical staff of the military training center  
in organizing military-patriotic education of students
- Энсис Е.И., Колесников В.П., Терехов В.В.**  
Ускоренное овладение методом стратегического мышления  
на основе синтеза знаний ..... 526
- Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V.**  
Accelerated mastery of the method of strategic thinking based  
on the synthesis of knowledge
- Энсис Е.И., Колесников В.П., Терехов В.В.**  
Методика развития образного мышления курсантов военных вузов  
в условиях современного образования ..... 532
- Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V.**  
Methods of developing imaginative thinking of cadets of military universities  
in the conditions of modern education
- Энсис Е.И., Колесников В.П., Терехов В.В., Кусумкулов Э.Р.**  
Исследование интеллектуальных способностей обучаемых ..... 539
- Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V., Kusumkulov E.R.**  
Research of intellectual abilities of trainees
- Энсис Е.И., Колесников В.П.,  
Терехов В.В., Попов Д.А., Хамитов Д.Р.**  
Исследование интуитивных способностей обучаемых ..... 545
- Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V., Popov D.A., Hamitov D.I.**  
Research of intuitive abilities of trainees
- Энсис Е.И., Колесников В.П., Терехов В.В., До Данг Ха**  
Исследование и разработка методов интерактивного образования  
иностраных обучаемых по дисциплине: «Механика» ..... 551
- Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V., Do Dang Ha**  
Research and development of methods of interactive education  
of foreign students in the discipline: «Mechanics»
- Пригодина А.Г., Пустовитова Е.С.**  
Концепция понимания в педагогической герменевтике ..... 556
- Prigodina A.G., Pustovitova E.S.**  
The concept of understanding in pedagogical hermeneutics
- Чумак П.В., Чумак И.А., Терехов В.В.**  
Педагогические условия развития и становления smart-образования в вузе ..... 561
- Chumak P.V., Chumak I.A., Terekhov V.V.**  
Pedagogical conditions for the development and formation  
of smart education at the university

<b>Медведева В.В., Жучкова В.В.</b> Математические модели измерения кредитных потерь банков .....	566
<b>Medvedeva V.V., Zhuchkova V.V.</b> Mathematical models for measuring credit losses of banks	
<b>Ракло А.В., Савицкий Ю.А., Нефедовский В.А.</b> Педагогические условия формирования готовности курсантов к воспитательной работе .....	572
<b>Raklo A.V., Savitskii Yu.A., Nefedovskii V.A.</b> Pedagogical conditions for the formation of cadets' readiness for educational work	

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ  
И ТЕХНИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

---

**NATURAL  
AND TECHNICAL  
SCIENCES**





**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ БОЕВЫХ  
АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ, КАК ФАКТОР  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ**



**IMPROVING THE RELIABILITY OF COMBAT AIRCRAFT  
COMPLEXES AS A FACTOR OF FLIGHT SAFETY**

**Румянцев С.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье автором проведен анализ повышения надежности боевых авиационных комплексов, как фактор обеспечения безопасности полетов. Авторам в процессе исследования сделан вывод, что улучшение эксплуатационно-технических характеристик преобразователей является актуальной и важной задачей в обеспечении безопасности полетов, усилении боевых качеств самолетов и вертолетов ВВС РФ.

**Ключевые слова:** измерение, летательный аппарат, надежность, безопасность полетов, боевые авиационные комплексы, модель, система электроснабжения.

**Rumyantsev S.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** In the article, the authors analyzed the increase in the reliability of combat aviation complexes as a factor in ensuring flight safety. In the course of the study, the authors concluded that improving the operational and technical characteristics of converters is an urgent and important task in ensuring flight safety, strengthening the combat qualities of aircraft and helicopters of the Russian Air Force.

**Keywords:** measurement, aircraft, reliability, flight safety, combat aircraft systems, model, power supply system.

**Н**адежность авиационной системы определяется надёжностью авиационной техники, средств управления и обеспечения полётов, надёжностью лётных экипажей, личного состава, управляющего полётами и обеспечивающего их.

Задачи обеспечения надёжности решаются, как правило, на этапах конструирования авиационной техники, подбора и подготовки лётного состава, специалистов управления и обеспечения полётов в соответствующих учебных заведениях. Вместе с тем, решающим фактором обеспечения высокой надёжности функционирования авиационной системы в целом является соответствующая деятельность, которая направляется на обеспечение высокой надёжности основных ее функциональных элементов: экипажей (лётного состава), авиационной техники, персонала, а также средств управления и обеспечения.

Задача обеспечения и повышения надежности авиационной техники решается по двум направлениям:

- повышением надёжности, то есть безотказности работы техники в полёте;
- уменьшением степени опасности отказов, то есть увеличением вероятности их парирования лётчиком [1].

Надежность функционирования систем электроснабжения (СЭС) в значительной степени влияет на безопасность полета. Это связано в первую очередь с тем, что работа всех ответственных агрегатов, в том числе авиадвигателей и органов управления ЛА, осуществляется с использованием электрической энергии. Отказ основного источника электроэнергии ЛА в полете делает невозможным продолжение выполнения полетного задания. В момент боевого соприкосновения с противником наступление ситуации отказа основного источника электроэнергии практически предопределяет исход поединка: вероятность поражения своего ЛА резко увеличивается.

Согласно руководства по летной эксплуатации, единственной задачей в такой ситуации становится обеспечение условий успешной посадки дорогостоящей боевой авиационной техники на ближайший аэродром.

В аварийных условиях полета для обеспечения успешной посадки ЛА необходима работа приемников электроэнергии переменного тока, поэтому СЭС летательного аппарата содержат преобразователи постоянного тока в переменный (инверторы).

Эксплуатируемые в настоящее время статические преобразователи электроэнергии (СПЭ) имеют ряд недостатков:

1. Большое количество силовых полупроводниковых приборов уменьшает их надежность и повышает уровень электромагнитных помех.
2. Сложная система управления отрицательно сказывается на показателях надежности преобразователей.
3. Относительно низкие показатели КПД.

Одним из перспективных направлений улучшения ЭТХ является изменение структурно-схемного решения статических преобразователей постоянного тока путем применения однофазного высокочастотного резонансного инвертора, при этом трехфазную симметричную систему напряжений возможно получить за счет применения однофазно-трехфазного трансформатора с вращающимся магнитным полем (ТВМП) [2].

На рисунке 1 представлена функциональная схема преобразователя электроэнергии, выполненная на базе высокочастотного резонансного инвертора ВРИ и ТВМП с системой управления.

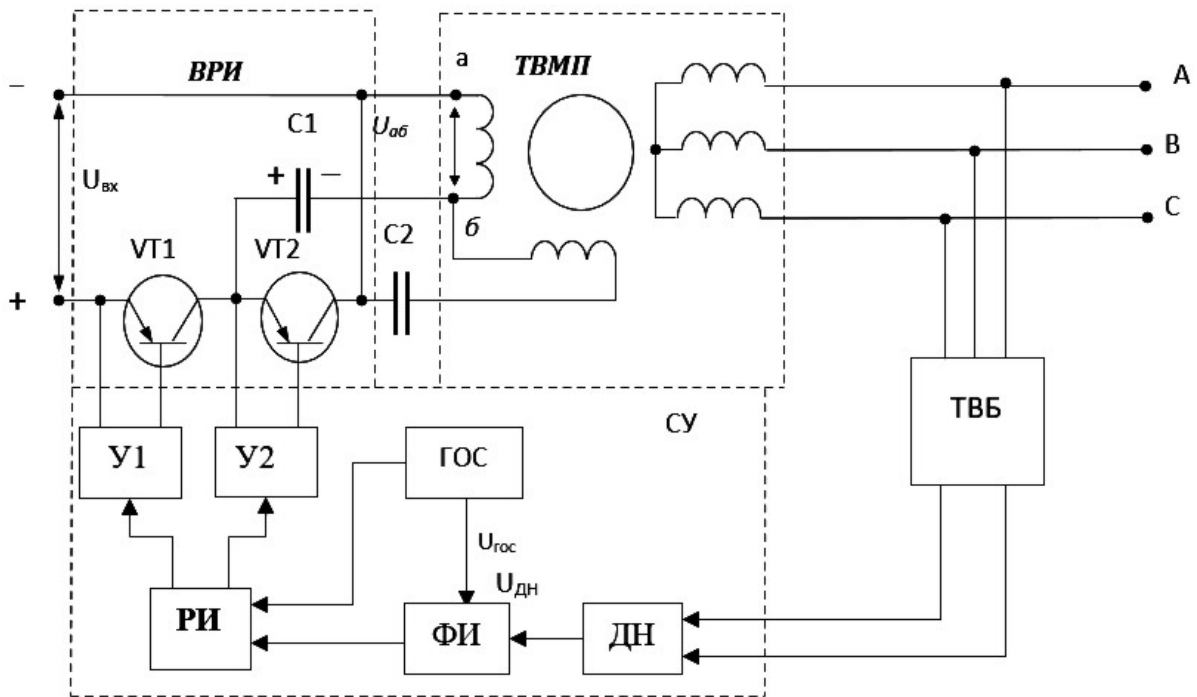


Рисунок 1 – Функциональная электрическая схема преобразователя со стабилизатором напряжения

Входное напряжение  $U_{вх}$  источника напряжения постоянного тока поступает на вход высокочастотного резонансного инвертора ВРИ. К примеру, в исходном состоянии конденсатор инвертора  $C1$  разряжен. Для формирования положительной полуволны выходного напряжения инвертора  $U_{об}$  система управления СУ формирует управляющий импульс для транзистора  $VT1$  он открывается, и конденсатор инвертора  $C1$  начинает заряжаться от источника входного напряжения  $U_{вх}$  таким образом, что его выводы будут иметь потенциалы, указанные знаками на рисунке 1. Ток заряда конденсатора инвертора  $C1$  будет протекать через первичные обмотки ТВМП и фазосдвигающий конденсатор  $C2$ . Для формирования отрицательной полуволны выходного напряжения инвертора СУ закрывает транзистор  $VT1$  и открывает транзистор  $VT2$ .

В этом случае конденсатор инвертора  $C1$  будет являться источником питания для нагрузки, и его ток разряда будет протекать по первичным обмоткам трансформатора и фазосдвигающего конденсатора  $C2$  в обратном направлении. Таким образом, по первичным обмоткам ТВМП протекает переменный ток, вызывающий действие вращающегося магнитного и соответственно ЭДС во вторичных обмотках, которые размещены на сердечнике трансформатора.

Система стабилизации напряжения преобразователя работает следующим образом. С выхода преобразователя сигнал пропорциональный величине выходного напряжения  $U_{вых}$ , являющийся ведущим, через делитель напряжения  $ДН$  поступает на один из входов формирователя импульсов  $ФИ$  (рис. 2, а)  $U_{дн}$ . На второй вход формирователя импульсов поступает сигнал  $U_{ГОС}$  от генератора опорного сигнала  $ГОС$  (рис. 2, а). Когда сигнал  $U_{ГОС} > U_{дн}$  формирователь импульсов  $ФИ$  формирует импульсы управления, которые через распределитель импульсов  $РИ$  и усилители импульсов  $У1, У2$  поступают на управляющие электроды соответствующего транзистора  $VT1$  или  $VT2$  (рис. 1).

Работа распределителя импульсов  $РИ$  синхронизирована с опорным напряжением генератора  $U_{ГОС}$ , для обеспечения формирования положительной и отрицательной полуволн выходного напряжения  $ВЧИ$   $U_{аб}$ . Угол управления транзисторами  $\alpha_1$  (рис. 2, б) соответствует номинальному режиму работы ПЭ. Если, к примеру, выходное напряжение ПЭ  $U_{вых}$  уменьшится, то уменьшится напряжение на выходе делителя напряжения  $U_{дн}$  и уменьшится угол управления транзисторами до величины  $\alpha_2$ , а значит увеличится выходное напряжение резонансного инвертора  $U_{аб}$  (рис. 2, в, г) и соответственно увеличится выходное напряжение ПЭ  $U_{вых}$ .

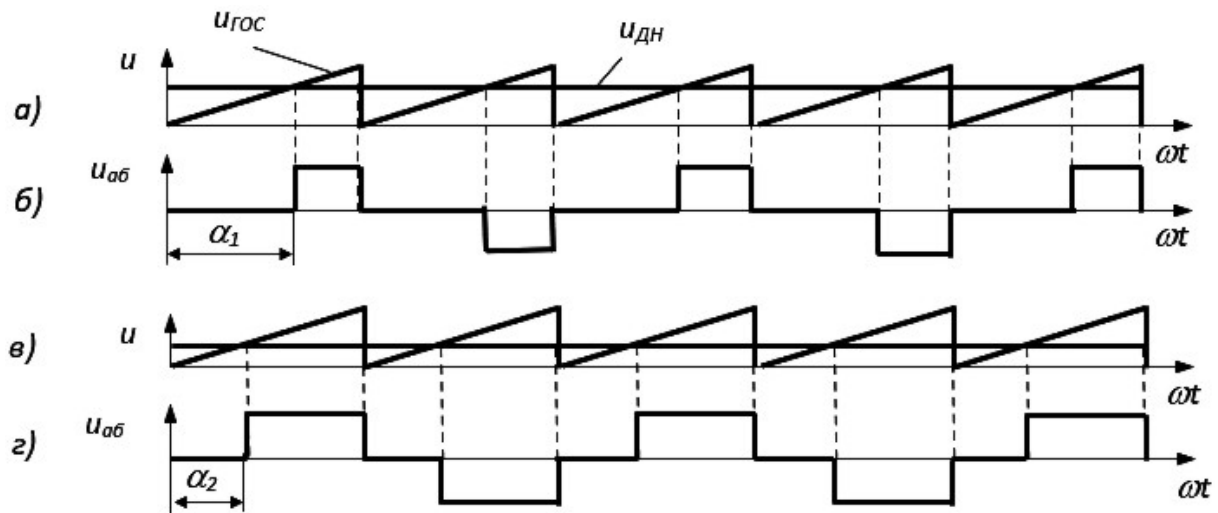


Рисунок 2 – Диаграммы напряжений, поясняющие принцип работы преобразователя

Рассмотренная конструкция ТВМП и системы управления позволяет несложными техническими решениями обеспечить стабилизацию выходного напряжения.

Кроме того, важным преимуществом ТВМП является то, что он позволяет из однофазного напряжения переменного тока получать многофазную систему напряжений, в том числе трехфазную симметричную. В этом случае на сердечнике магнитопровода размещается несколько вторичных обмоток с соответствующим пространственным сдвигом одна относительно другой. Такое техническое решение ТВМП позволяет исключать из состава систем гарантированного электроснабжения трехфазные преобразователи, выполненные на полупроводниковых приборах, а трехфазную систему напряжений получать с помощью однофазных полупроводниковых преобразователей и ТВМП с однофазным входом и трехфазным выходом, что существенно улучшает надежность и КПД преобразователей [3].

Таким образом, улучшение эксплуатационно-технических характеристик преобразователей является актуальной и важной задачей в обеспечении безопасности полетов, усилении боевых качеств самолетов и вертолетов ВВС РФ.

#### Список литературы:

1. Обеспечение безопасности полётов : учебник / Под ред. С.С. Шамшин. – М. : Моноин, 2010. – 424 с.

2. Преобразователь постоянного напряжения в трехфазное переменное / О.В. Григораш, А.В. Ракло, В.Г. Руденко, Б.О. Новокрещенов, В.А. Клещенов // Патент на изобретение RU 2274942 С1, 27.04.2006. Заявка № 1004127665,09 от 15.09.2004.
3. Григораш О.В. Системы автономного электроснабжения : монография / О.В. Григораш, Н.И. Богатырев, Н.Н. Курзин; Под ред. Богатырева Н.И. – Краснодар, Б/И, 2001. – 333 с.
4. Румянцев С.В. «Формирование полей температур в камере сгорания авиационного газотурбинного двигателя» / С.В. Румянцев // В Межвузовском сборнике научных трудов. – Вып. № 24. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – С. 3.
5. Румянцев С.В. Повышение надежности и ресурса авиационных газотурбинных двигателей – важная научная и экономическая задача ВКС / С.В. Румянцев, В.П. Панков // В сборнике Инновационные технологии в образовательном процессе. Сборник материалов XXI Всероссийской заочной научно-практической конференции. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – С. 8–19.
6. Румянцев С.В. Всемирно-историческое значение Великой победы / С.В. Румянцев // В сборнике Всероссийская заочная научно-практическая конференция «Этих дней не смолкнет Слава». – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – С. 3–6.

**ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ  
В МОДУЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**



**HIGH INTENSITY THERMAL PROCESSES  
IN MODULAR AVIATION FACILITIES**

**Гордиенко С.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Маркелов В.И.**

кандидат педагогических наук,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков  
napalkoff.v@yandex.ru

**Аннотация.** В статье проведен анализ тепловых процессов, протекающих в модульных объектах авиационной техники, вследствие внешнего и внутреннего термического, динамического и термодинамического воздействия. Рассмотрены примеры последствий для конструкции авиационной техники в случае возникновения тепловых процессов высокой интенсивности. Приведено графическое представление элемента программы управления боевой живучестью летательного аппарата, подвергающегося высокоинтенсивному импульсному воздействию оружия направленной энергии. Статья предназначена для преподавательского и научного состава вузов МО РФ.

**Ключевые слова:** пожар, тепловой поток, тепловые процессы, модульные объекты, термодинамическое воздействие.

**Gordienko S.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Markelov V.I.**

PhD in Pedagogical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
napalkoff@yandex.ru

**Abstract.** The article analyses thermal processes flowing in modular aviation facilities due to internal and external thermal, dynamic and thermodynamic action. Considerable attention is paid to the consequences for design of aviation equipment in case of high intensity thermal processes. It is given graphical representation of the element of the program for controlling the combat survivability of aircraft subjected to the high impulse action of weapon directed energy. The article is recommended to the teaching staff of universities of Defence of Russian Federation.

**Keywords:** fire, heat flow, thermal processes, thermodynamic action.

**А**нализ внутренней компоновки воздушного судна позволяет представить его как совокупность взаимно расположенных в пространстве ограниченных объемов: отсеков и жизненно важных агрегатов. При построении тепловой модели воздушного судна такая физическая модель дает возможность считать отсеки и агрегаты модульными объектами.

Для решения совместной сопряженной задачи сложного тепломассобмена модульных объектов необходимо определить компоненты, входящие в систему исходных данных. Теплофизические характеристики конструкционных материалов определяются экспериментально с использованием лабораторного комплекса.

Решение задачи оптимального управления тепловыми процессами таких модульных объектов связано с определением температурных полей и плотности воздействующих тепловых потоков.

Для создания универсальной системы исходных данных требуется рассмотреть тепловые процессы различной природы вследствие термического, динамического и термодинамического воздействия на модульные объекты.

Наиболее жесткий температурный режим при термическом воздействии наблюдается в очаге пожара, где создаются наиболее благоприятные условия для достижения предела огнестойкости и разрушения элементов конструкции ЛА.

В отсеках силовых установок возможны пожары с достижением значительных температур – более 3000 °С при горении титановых конструкций двигателей или прога-

рах камер сгорания и до 1100 °С при горении авиационного керосина в случае разрушения топливных магистралей или агрегатов. Для сравнения температура в других отсеках ЛА при пожарах может изменяться в широком диапазоне: от 200...350 °С в зоне тления до 975...1200 °С в зоне открытого пламени. Как показал ряд специальных исследований, температуры при пожарах в отсеках с объемами 9,8...26,0 м<sup>3</sup> не превышают 585...700 °С.

Мощность теплового потока при пожаре в отсеке силовых установок при разрушении топливных трубопроводов составит 0,64...18,4 МВт. Средняя плотность теплового потока при пожаре разлитого топлива составляет 3,2 МВт/м<sup>2</sup>. Максимальная плотность тепловых потоков, воздействующих при пожаре на ЛА, достигает 32 МВт/м<sup>2</sup>.

При различных вариантах пожара воздействие разрушающих факторов в начале воздействия направленно на вполне определенные элементы конструкции ЛА. Предохранение от воздействия огня жизненно важных агрегатов и систем может обеспечиваться установкой тепловых экранов, огнепреградителей, противопожарных перегородок. Для пожара разлитого топлива в первую очередь это обшивка ЛА, для пожара в отсеке силовых установок - противопожарная перегородка (или экран), а при боевом повреждении это баки и остальные элементы топливной системы. Для противопожарных перегородок и тепловых экранов применяются жаропрочные стали типа 1Х18Н9Т и сплавы (ЭИ-703, ВНС), а также титановые сплавы ВТ-20 и ОТ4-1 (табл. 1).

Таблица 1 – Конструкционные материалы модульных объектов

Материал	Рабочая температура, °С	Температура плавления, °С	Толщина листа, мм
Алюминиевые сплавы	125–250	660	1,5–4,0
Титановые сплавы	350–450	1700	0,5–1,8
Сталь	500–800	–	0,8–1,2
Жаропрочные сплавы	800–1100	–	0,8–1,2

Титан начинает активно окисляться уже при 500 °С, что определяет рабочий диапазон температур. Время разрушения конструкции в отсеке силовых установок при больших плотностях тепловых потоков составляет от 3 до 60 секунд. Для изготовления обшивки ЛА наиболее часто применяются алюминиевые сплавы Д16, В95Т и Д19Т, а также титановый сплав ОТ-4.

На рисунке 1 отображено негативное влияние термического воздействия на прочностные характеристики применяемых авиационных материалов.

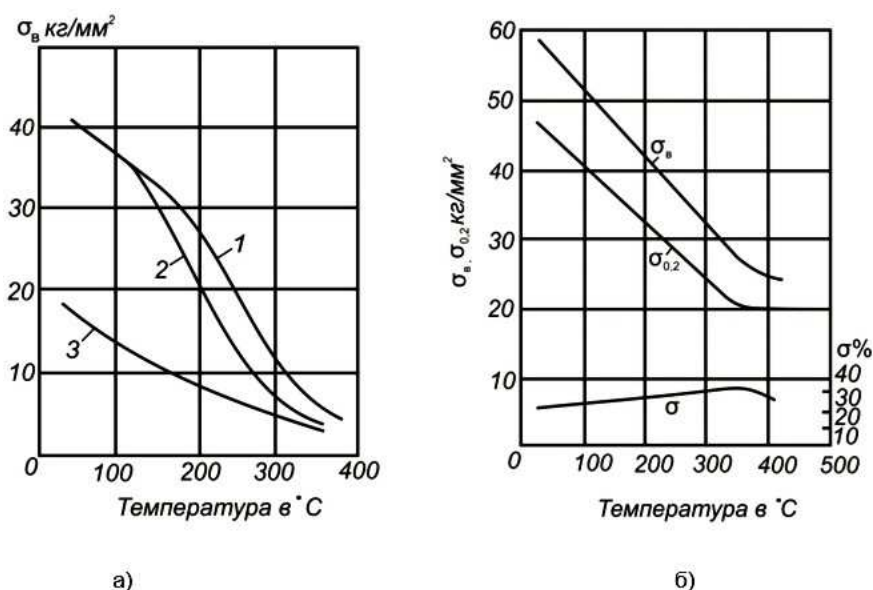


Рисунок 1 – Влияние температуры на механические свойства авиационных материалов:  
 а) дуралюмин марки Д16:1, 2 – нормально термически обработанные листы толщиной 1.2 мм;  
 3 – отожженный дуралюмин; б) технический титан марки ВТ-1

Обшивка баков-отсеков и шпангоуты, являющиеся днищами баков, выполняются из листов Д16АТ и В95АТ. Верхние и нижние стенки баков изготавливаются в виде панелей толщиной 6...10 мм с последующим контурным травлением или фрезерованием до толщины 2...4 мм. Обшивка баков выполняется из листов толщиной 2...2,5 мм и доводится химическим травлением до 1,2...1,8 мм, а толщина днища составляет 2...2,5 мм.

Для изготовления оболочек летательных аппаратов наиболее часто применяются алюминиевые сплавы В95Т толщиной листа – 1,5...2,5 мм и Д19Т до 4 мм толщиной элемента конструкции. Алюминиевые сплавы работают при статической и динамической нагрузке до температур 125...250 °С.

Температура плавления алюминия составляет 660 °С. В условиях пожара разлитого топлива обшивка ЛА прогорает максимум через 3...5 минут после начала пожара, а наличие разломов фюзеляжа сокращает это время на треть.

Импульсное динамическое воздействие различной природы сопровождается возникновением ударной волны в конструкционных материалах модульных объектов и приводит к появлению интенсивных тепловых эффектов. В таблице 2 приведены значения давлений в ударной волне, необходимые для начала плавления, полного расплавления и испарения при разгрузке вещества до полного атмосферного давления для рассматриваемых материалов.

**Таблица 2** – Тепловые эффекты в ударной волне

Вещество	Температура, °С		Давление, ГПа	
	плавления	испарения	начало плавления	полное расплавление
Алюминий	660	2057	60	90
Титан	1800	3000	100	–
Железо	1535	3000	–	200

Перечисленные процессы происходят, например, при взаимодействии на гиперзвуковых скоростях модульных объектов с частицами техногенного происхождения.

Тепловые процессы высокой интенсивности в модульных объектах могут быть вызваны термодинамическим воздействием генератора элементарных частиц большой мощности, работающего в импульсном режиме. Например, при мощности твердотельного лазера 10 кВт, работающего на длине волны 0,7 мкм, плотность энергии в середине пучка достигает 10<sup>12</sup> Вт/см<sup>2</sup>. При достаточно высокой поверхностной плотности лазерного излучения может происходить мгновенное испарение части конструкции ЛА и превращение его в облако высокотемпературной плазмы. Давление в облаке может достигать величины 9,8 × 10<sup>5</sup> Па, в то время как для начала плавления алюминия необходимо получить давление на фронте ударной волны равное 60 × 10<sup>9</sup> Па, что соответствует удару стального осколка массой 2 г со скоростью 2500 м/с.

Таким образом, термодинамическое воздействие на образец происходит при очень коротких импульсах, а термическое при работе излучателя с импульсами большей длительности. Железо, несмотря на свою высокую температуру кипения, испаряется быстрее, чем медь и алюминий. Его сравнительно низкая теплопроводность более чем компенсирует высокую температуру кипения. Представляет интерес поведение в аналогичной ситуации титановых сплавов.

Ударно-импульсным воздействием луча будет достаточно для поражения цели при попадании в объемы ограниченные замкнутым пространством (топливные, масляные баки и т.д.), а действия электромагнитного импульса для выведения из строя или нарушения в работе бортового оборудования. В настоящий момент в существующих методиках не предусмотрено прогнозирование боевой живучести объекта авиационной техники, конструкция модульных объектов которого подвергается импульсному термодинамическому воздействию генератора волн или элементарных частиц [1, с. 154].

Приведенные параметры модульных объектов входят в систему исходных данных, которая используется для адекватного описания тепловых процессов при описании краевых условий функционирования модульных объектов воздушного судна.

При анализе возможного воздействия на конструкцию модульных объектов авиационной техники подобного воздействия требуется учитывать и возможные неблагоприятные условия эксплуатации средств противодействия летательным аппаратам.

Так, например, атмосферная турбулентность оказывает значительное неблагоприятное влияние на распространяющийся лазерный луч. Большая дальность использования и высокая турбулентность атмосферы могут привести к снижению концентрации энергии излучения в точке назначения. Последние десятилетия большое внимание уделялось поискам путей компенсации этих искажений [2, с. 72].

Большинство исследовательских работ основано на применении так называемой адаптивной оптики, посредством которой искажения лазерного луча измеряются при использовании комплекта датчиков и исправляются с помощью управляемого ЭВМ адаптивного зеркала с огромным количеством рабочих элементов (активаторов). Несмотря на значительный успех в этом направлении, этот метод имеет явные ограничения, так как он требует применения сложных и дорогостоящих электронно-вычислительной техники и программного обеспечения и обеспечивает довольно умеренное время срабатывания и средний диапазон пространственной частоты искажений благодаря ограниченному числу элементов зеркала.

Для поиска оптимального использовались другие методы, в частности, сопряжения по фазе путем возбуждения рассеяния Мандельштама-Бриллюэна и увеличенного смещения четырех волн по Бриллюэну. В этих методах не используются никакие механические компоненты. В случае использования метода возбуждения рассеяния Мандельштама-Бриллюэна применяется лишь ячейка, заполненная нелинейной оптической средой. Результаты проведенных исследований показали, что лазерный луч, рассеянный за счет атмосферной турбулентности более чем до 50 см в диаметре без методов сопряжения по фазе, мог бы быть сфокусирован на месте в пятно диаметром несколько сантиметров. Достигнутые результаты для обоих методов были получены независимыми от уровня атмосферной турбулентности и на расстоянии нескольких километров. В настоящее время новые технологии включают в себя следующие компоненты:

- диодный лазер с накачкой и импульсные твердотельные лазеры, предназначенные для уничтожения цели одним лишь импульсом или несколькими импульсами, сводя до минимума время, затрачиваемое на воздействие на одну цель, и оптимизируя время воздействия на несколько целей;

- нелинейные оптические методы сопряжения по фазе;

- программируемое формирование изображения для точного обнаружения цели.

На основании вышеприведенной информации можно предположить, что:

- ослабление импульса лазерного излучения позволит снизить интенсивность бризантного процесса в конструкции беспилотного летательного аппарата;

- управление величиной импульса лазерного излучения позволит прогнозировать боевую живучесть конструкции модульных объектов летательных аппаратов;

- применение заданного коэффициента ослабления импульса лазерного излучения позволит обеспечить боевую живучесть летательных аппаратов в условиях противодействия существующих и перспективных боевых лазерных комплексов вероятного противника.

В этом случае графическое представление элемента программы управления боевой живучестью летательного аппарата, подвергающегося высокоинтенсивному импульсному воздействию оружия направленной энергии, приведено на рисунке 2.

В этом случае управляющим фактором является коэффициент ослабления излучения  $K_{осл}$ , а управляемым параметром – излучение  $q_i$ .

Таким образом, детальная проработка способа прогнозирования и управления боевой живучести летательных аппаратов методом математического моделирования может послужить реальным заданием при проектировании новых или в части касающихся систем предотвращения взрывов и противопожарного оборудования.



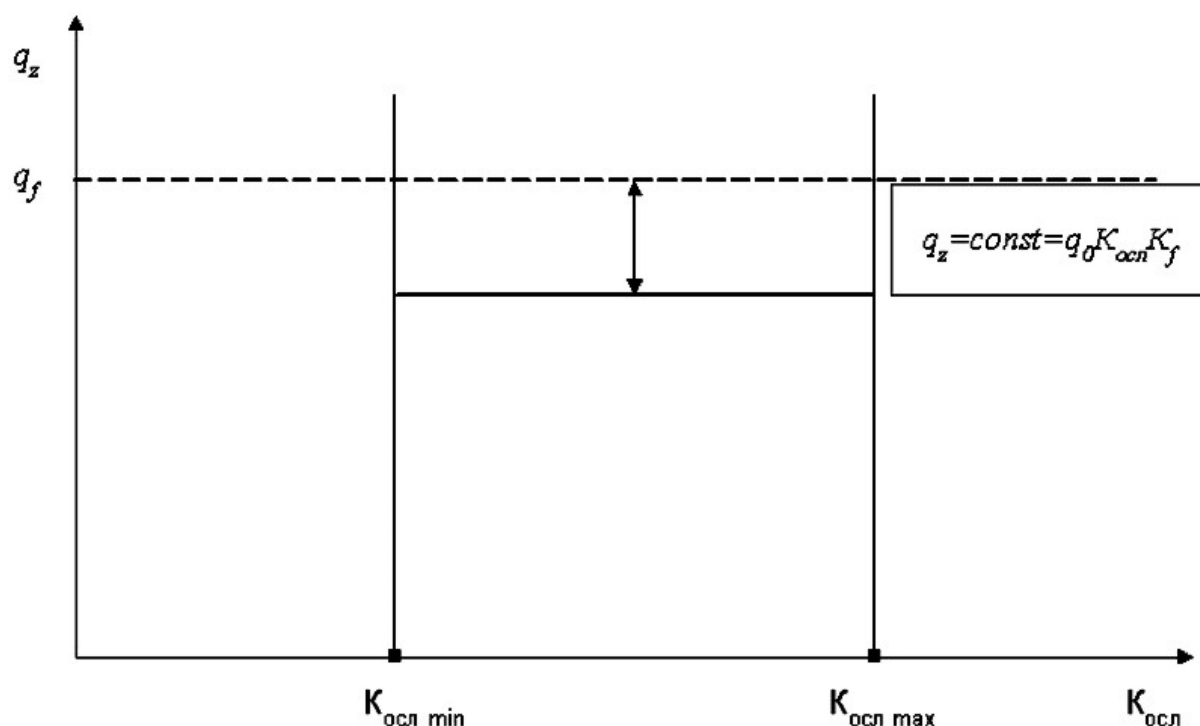


Рисунок 2 – График ослабления излучения

#### Список литературы:

1. Макаренко С.И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам : монография. – СПб. : Научно-техническое издательство «Лань», 2020. – С. 151–162.
2. Бевераки С.А. Оптико-электронная измерительная система автоматизации посадки самолета / С.А. Бевераки, В.И. Конотоп, А.Ю. Попов // Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 69–74.
3. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
4. Морфология апробации интерактивных электронных учебников и обучающих курсов / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 90–93.
5. Разработка компьютерных тестов различного типа / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 84–90.
6. Подбор тестовых оболочек для диагностирования образовательных достижений обучающихся / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 79–84.
7. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
8. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4 (125). – С. 125–128.

УДК 378.147

**ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ  
АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ КАК ЭЛЕМЕНТ  
ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**



**GRAPHICAL REPRESENTATION OF THE AIRCRAFT ENGINE  
CONTROL PROGRAM AS AN ELEMENT  
OF THE TECHNOLOGY OF TEACHING DISCIPLINES**

**Гордиенко С.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Маркелов В.И.**

кандидат педагогических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
napalkoff.v@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрен вопрос об управлении двигателем силовой установки самолета поля боя. Проведен анализ впервые разработанного графического представления программы управления для анализа технических процессов в двигателе и его системах самолета поля боя. Статья предназначена для преподавательского состава вузов.

**Ключевые слова:** управление, система управления, характерные участки программы управления.

**Gordienko S.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Markelov V.I.**

PhD in Pedagogical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
napalkoff@yandex.ru

**Abstract.** The article addresses the subject of the engine of the power plant of the aircraft of the battlefield. Much attention is given to the newly developed graphical representation of control program for the control program for analysing technical processes in the engine and its systems of the aircraft of the battlefield. The article is recommended to the teaching staff of universities of Defence of Russian Federation.

**Keywords:** control, control system, characteristic sections of control systems.

Управлением в технике называется преднамеренное управляющее воздействие на технические процессы с целью получения нужных параметров от объекта управления. Кроме управляющих воздействий объект управления подвергается воздействию внутренних и внешних возмущений. Возмущающие воздействия связаны с реальными условиями эксплуатации объекта управления и являются случайными функциями времени.

В качестве объекта управления рассматривается техническое устройство, параметры которого подвергаются управлению. Определение самого термина «управление» связано с двумя понятиями – процесс управления и механизм управления. Под механизмом управления в технике принято понимать систему управления, которая является изучаемым предметом управления (интересующей стороной объекта).

В общей теории управления целью управления называют достижение такого состояния объекта управления, которое удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям. Результатом управления считается мера достижения заявленной цели управления.

Для оценки состояния объекта управления используется понятие «режим работы», которое характеризуется значением основных параметров объекта. Показатели режима работы управляемого объекта называются управляемыми (рабочими) параметрами.

Управляемые параметры (УП) подразделяются на основные (активные) и дополнительные (пассивные) параметры. Изменение основных управляемых параметров приводит к наиболее эффективному воздействию на управляемый технический про-

цесс и, как следствие, достижение требуемого состояния объекта. Изменение дополнительных параметров позволяют наиболее полно удовлетворить предъявленные к объекту требования. Для воздействия на управляемые параметры используются управляющие факторы (УФ).

Таким образом, целью управления выбранным объектом является поддержание заданного режима работы и изменение его по определенному закону.

Однозначность управления по выбранному закону определяется принципом: на один управляемый параметр воздействует только один управляющий фактор. Если же количество УФ меньше, чем количество УП, то на оставшиеся свободными УП вводятся ограничения их максимальной величины. Элементы конструкции объекта управления, изменение положения которых вызывает изменение управляющих факторов, переход на новый режим работы объекта или восстановление прежнего называются органами управления.

Закон изменения основных управляемых параметров в зависимости от внешних условий и положения органов управления, осуществляемый системой управления выбранного объекта, называется программой управления (ПУ) данного объекта.

Непосредственное управляющее воздействие на объект управления может производиться как человеком (оператором), так и специальными устройствами.

В зависимости от сочетания взаимодействия человека (оператора) и специальных устройств различают следующие типы процессов и систем управления:

- процесс управления – ручной, автоматизированный и автоматический.
- системы управления – ручные, полуавтоматические, автоматические.

Если управление ведется только человеком, то процесс управления называется ручным. При совместном управлении человеком и специальным устройством процесс управления называется автоматизированным, а управление – полуавтоматическим.

Если в процессе управления объектом человек задает только режим, а все остальное выполняется без его вмешательства с помощью специальных устройств – регуляторов, то такой способ управления называется автоматическим.

Регулирование является частным случаем управления и определяется как целенаправленное воздействие на техническое устройство, когда контролируемый им параметр отклоняется от требуемого, обычно стабилизированного значения. Регулирование, так же как и управление, может быть ручным, полуавтоматическим и автоматическим.

Силовая установка отечественного самолета поля боя (далее – штурмовика) состоит из двух двигателей Р-95Ш и двух неуправляемых дозвуковых входных устройств. Поэтому в качестве объекта управления следует рассматривать двигатель Р-95Ш, а под управлением силовой установкой штурмовика следует понимать управление двигателями Р-95Ш.

Управление можно было бы осуществлять вручную за счет воздействий оператора (летчика) с помощью органов управления на двигатель. Для этого летчику потребовались бы приборы, сообщающие о режиме работы двигателя в любой момент времени, рычаг для приведения в действие управляющих органов (например, для управления наклонной шайбой качающего узла насоса регулятора), знание инструкций.

Летчик непрерывно должен был бы следить за приборами, определять параметры режима двигателя, сравнивать их с заданными значениями, определять величину отклонения и принимать решения о воздействии на органы управления для ликвидации возникших отклонений. Однако действует ряд факторов, которые делают полностью ручное управление невозможным:

- случайность возмущений, действующих на силовую установку, быстрое изменение этих возмущений по времени в широком диапазоне;
- физические и физиологические возможности летчика не обеспечивают требуемой точности и скорости выдачи управляющих воздействий;
- занятость летчика: боевое применение бортового вооружения, навигация и контроль за воздушной обстановкой, а также непосредственное управление самолетом требуют от летчика максимальной концентрации внимания, поэтому на полноценное управление двигателем у него не остается времени.



Возникает необходимость в автоматическом управлении с помощью системы автоматического управления (САУ), которая позволила бы свести функции управления только к перемещению РУД. В тоже время существуют определенные трудности в реализации автоматического управления на всех режимах работы двигателя.

Таким образом, актуальность изучения системы управления силовой установкой самолета поля боя обусловлена целым рядом факторов, определяющих тип процесса и тип системы управления изучаемого двигателя.

Поэтому предметом изучения является – система управления силовой установкой отечественного самолета поля боя, а конкретно – двигателем Р-95Ш.

Для оценки состояния двигателя используется понятие «режим работы», которое характеризуется значением основных параметров двигателя – тяги и удельного расхода топлива. Режим работы двигателя полностью описывает тепловую и механическую напряженность его элементов. Тогда целью управления силовой установкой, по определению, будет поддержание заданного оператором (летчиком) режима работы двигателя и достаточно быстрый переход с одного режима работы на другой.

При этом к силовой установке предъявляются следующие требования:

- устойчивая работа двигателя на всех установившихся режимах и при переходе с одного режима на другой;
- исключение возникновения тепловых и механических перегрузок в отдельных элементах двигателя.

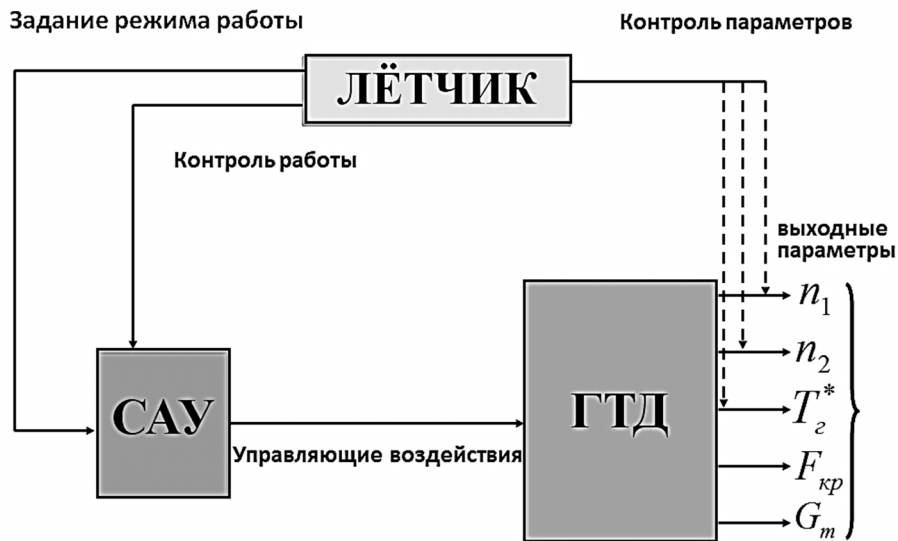
С другой стороны, в теории управления войсками основной целью управления считается обеспечение максимальной эффективности использования объекта управления. Тогда целью управления силовой установкой самолета можно считать обеспечение максимальной эффективности использования обоих двигателей. Другими словами, основной целью управления силовой установкой самолета является получение максимальной тяги при минимальном расходе топлива на всех режимах работы изучаемого двигателя.

Основные параметры двигателя – тяга и удельный расход топлива – не измеряются. Поэтому в процессе управления возникает необходимость воздействия на основные параметры рабочего процесса. Тогда на каждом режиме работы система управления должна обеспечивать поддержание таких параметров рабочего процесса, которые обеспечивают наивыгоднейшие характеристики двигателя (максимальная тяга при минимальном расходе топлива).

Достижение цели управления силовой установкой связано с решением целого круга задач, составляющих собственно содержание управления. Главная задача управления – сведение воздействия летчика на силовую установку к двум функциям:

- 1) задание и изменение режима работы двигателей путем воздействия на органы управления;
- 2) контроль работы двигателей по приборам.

## ОБЩИЙ ПРИНЦИП УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ



Основными (частными) задачами управления являются:

- выбор программы управления;
- определение типа процесса и системы управления;
- формирование задающих сигналов;
- управление выбранным параметром;
- управление на переходных режимах.

Программой управления изучаемого двигателя называется закон изменения основных управляемых параметров в зависимости от внешних условий и положения РУД. Выбор программы управления двигателем зависит от требований, предъявляемых к самолету.

Так, самолет поля боя А-10 предназначен для обеспечения непосредственной поддержки сухопутных войск. Основная боевая задача, выполняемая этим самолетом, – нанесение ударов по наземным целям (в том числе и по бронетанковой технике на поле боя и в тактической глубине). Кроме того, самолет может использоваться для сопровождения вертолетов с целью отвлечения или подавления ПЭО противника, а также для разведки наземных целей. Так как основными объектами поражения являются малоразмерные, в том числе и подвижные, цели, боевое применение самолета осуществляется с предельно малых и малых высот, при этом высота боевого применения самолета А-10 не превышает 1500 м, а полет и маневрирование производятся на сравнительно небольших скоростях полета. Максимальная скорость полета у земли на высоте 200 м согласно тактико-техническому заданию на проектирование, составляет 610 км/ч (0,5 М). Поэтому для самолета А-10 была выбрана силовая установка, состоящая из двух турбореактивных двигателей TF34-GS-100 со степенью двухконтурности 6,2 с нерегулируемым реактивным соплом.

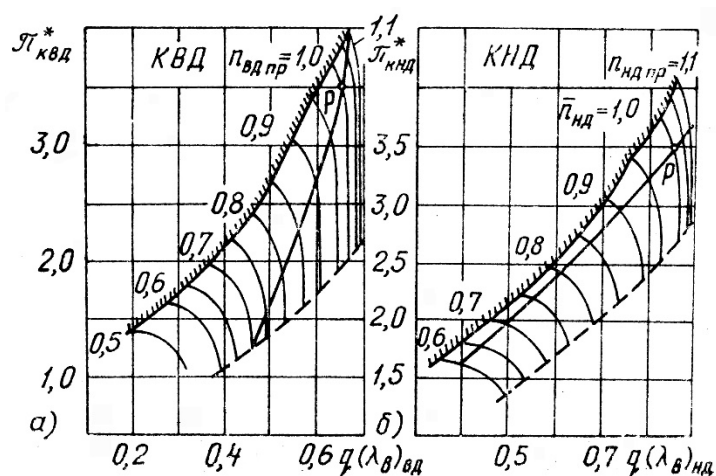
При создании самолета поля боя в СССР считалось, что штурмовик должен быть маневренным и обладать тяговооруженностью достаточной для ведения воздушного боя с самолетами и вертолетами противника. Порочность такого подхода доказала кампания в Афганистане, когда самолет поля боя, пилотируемый опытейшим летчиком Александром Руцким, был сбит истребителем пакистанских ВВС. Вооружение, тяговооруженность и маневренность истребителя при любом сравнении не оставляют штурмовику в воздушном бою никаких шансов. Поэтому применение самолетов поля боя должно сопровождаться истребительным прикрытием. Другим ошибочным воззрением в СССР на применение самолета поля боя была концепция о необходимости преодоления штурмовиком системы ПВО на малых высотах и сверхзвуковых скоростях. Однако большие скорости полета не позволяют выполнять главную задачу штурмовика – прицельно наносить удары по наземным малоразмерным целям. Кроме того,

самолет поля боя не преодолевает систему ПВО, но постоянно находится в зоне ее воздействия.

Указанные противоречия привели к тому, что максимальная скорость у земли на высоте 200м для проектируемого штурмовика, записанная в ТТЗ, хотя и была дозвуковой, но все равно осталась достаточно высокой и составляла 1000 км/ч (0,82 М) [1].

Так как выбор программы управления зависит от преследуемых целей боевого применения самолета, то исходя из разработанного ТТЗ, силовая установка должна была обеспечивать высокую тягу двигателей на больших скоростях полета. К тому же, для сокращения сроков создания штурмовика было принято решение использовать двигатели, которые хорошо зарекомендовали себя в процессе эксплуатации таких скоростных самолетов как МиГ-21, Су-15 и ЯК 28. Наиболее подходящими для самолета поля боя были признаны бесфорсажные варианты двигателей Р-13Ф-300 и Р25-300. Оба двигателя выполнены по двухвальной схеме, применение которой на нерасчетном режиме приводит к скольжению роторов.

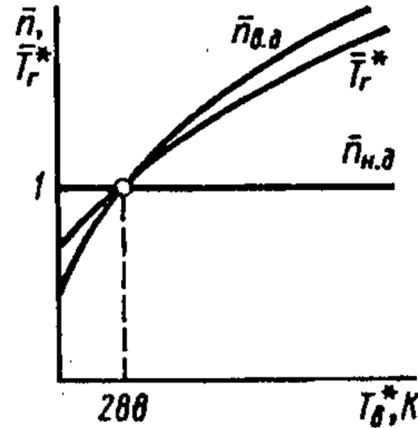
При одинаковых степенях повышения давления  $\pi_{КНД}^* = \pi_{КВД}^*$  линия рабочих режимов ЛРР компрессора высокого давления протекает так, что с уменьшением  $n_{пр}$  запас устойчивости растет, тогда как у компрессора низкого давления уменьшается. Физически это можно объяснить дросселирующим воздействием КВД на КНД в результате рассогласования в работе крайних ступеней компрессора при уменьшении  $n_{пр}$  на первых ступенях КНД происходит увеличение углов натекания и их относительное (по отношению к расчетному обтеканию лопаток) «затяжеление», а на последних ступенях КВД – уменьшение углов натекания и их относительное «облегчение». Результатом рассогласования ступеней является скорость скольжения роторов  $S = \frac{n_{н.д.}}{n_{в.д.}}$  при отклонении режима работы компрессора от расчетного режима [2].



Как распределяются «облегчающиеся» и «затяжеляющиеся» ступени в каскадах по их количеству зависит от расчетной величины  $\pi_{к\sum}^*$  и ее распределения между КНД и КВД. Максимальная степень сжатия воздуха в компрессоре двигателя Р25-300 степень сжатия воздуха в компрессоре составляет  $\pi_{к\sum}^* = (9,1 \dots 9,5) \text{тк} = (9,1 \div 9,5)$ , а у двигателя Р-13-300 несколько ниже  $\pi_{к\sum}^* = 9,0$ . Если КВД имеет  $\pi_{квд}^* < 6 \dots 7$ , то при увеличении температуры  $T_{в}$  он склонен к «облегчению». Особенностью двигателя Р-13-300 было равенство степеней повышения давления на расчетном режиме  $\pi_{кнд}^* = \pi_{квд}^* = 3$ . Поэтому все приведенные выше соображения являются для него справедливыми.

Управление бесфорсажным вариантом двигателя Р-13Ф-300 осуществлялось по одному параметру:  $n_{н.д.} = \text{const}$ . Управляющим фактором являлся расход топлива ( $G_T = \text{var}$ ). Характер изменения этих параметров, а также изменение  $\pi_{кнд}^*$  и  $\pi_{квд}^*$  по  $T_{в}^* = T_{н}^* = T_{н}(1 + M_{н}^2)$  зависит от многих параметров, главными из которых являются  $\pi_{кнд}^*$  и  $\pi_{квд}^*$  на расчетном режиме (при  $H = 0$  и  $M_{н} = 0$ ).

На рисунке показан характер изменения относительных параметров двигателя Р-13-300 с  $\pi_{\text{КНД}}^* = \pi_{\text{КВД}}^* = 3$  от температуры  $T_{\text{в}}^*$  при законе управления по одному параметру  $n_{\text{н.д.}} = \text{const}$ . Из графика видно, что при  $\bar{n}_{\text{н.д.}} = \text{const}$  увеличением  $T_{\text{в}}^*$  вследствие рассогласования относительно «затяжелается» КНД и соответственно увеличивается величина  $L_{\text{КНД}}$ , что вызывает необходимость увеличения  $L_{\text{ТНД}}$  за счет повышения  $T_{\text{г}}^*$ .



Относительное «облегчение» КВД при увеличении  $T_{\text{в}}^*$  и рост  $L_{\text{ТВД}}$  в результате повышения  $T_{\text{г}}^*$  приводит к раскрутке ротора КВД (к увеличению  $\bar{n}_{\text{в.д.}}$ ). Поэтому с ростом  $T_{\text{в}}^*$  снижение  $\pi_{\text{к}\Sigma}^*$  будет происходить в меньшей степени, чем при  $\bar{n}_{\text{в.д.}} = \text{const}$ .

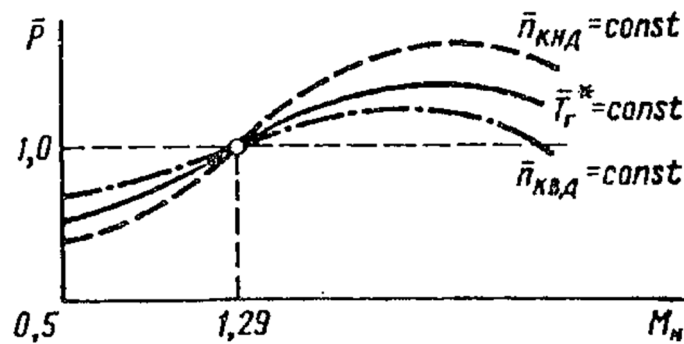
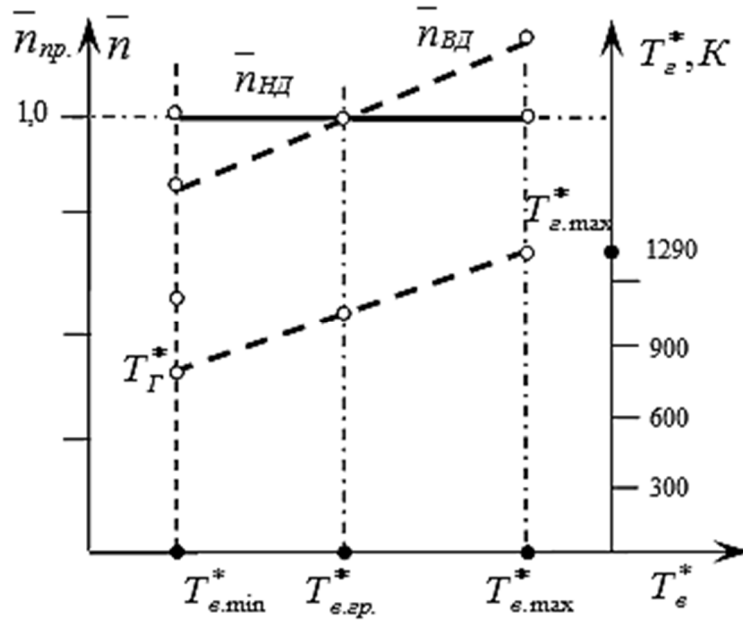
Поскольку эксплуатация самолета предполагалась в дозвуковом диапазоне скоростей на небольших высотах, то ограничительное регулирование по жаропрочности лопаток турбины (по величине  $T_{\text{г.макс}}^*$ ), прочности роторов (по величине  $\bar{n}_{\text{в.д.макс}}$  для РВД) и из условия газодинамической устойчивостью каскадов компрессора (по величине  $\Delta K_{\text{у.мин}}^{\text{в}}$ ) не потребовалось. Создание (на всех режимах работы и условиях полета) сверхкритического перепада давления в выходном сопле ( $\pi_{\text{р.с.}} \geq 1,85$ ) привело к постоянству  $\pi_{\text{ТНД}}^*$  и  $\pi_{\text{ТВД}}^*$ , что позволило выполнить его конструкцию неуправляемым ( $F_{\text{кр.с.}} = \text{const}$ ).

В процессе создания двигателя Р95Ш в нем применялись те же узлы и элементы, что и на двигателе Р13-300, а, следовательно, конструктивные отличия этих двигателей очень незначительны. Двигатель Р95Ш является воздушно-реактивным одноконтурным двухвальным газотурбинным двигателем (ТРД) без форсажной камеры с регулируемым реактивным соплом. При общем количестве ступеней равным  $8(3 + 5)$  максимальная степень сжатия воздуха в компрессоре двигателя Р-95Ш составляет  $\pi_{\text{к}\Sigma}^* = 8,7$ . Управление двигателем осуществлялось по той же программе управления, что и на двигателях-прототипах:

$$n_{\text{н.д.}} = \text{const} \text{ и } F_{\text{кр.с.}} = \text{const}.$$

Управляемым параметром является частота вращения ротора низкого давления –  $n_{\text{н.д.}}$ . Управляющим фактором – расход топлива в основной камере сгорания  $G_{\text{т}}$ . Управляющим органом приводного плунжерного топливного насоса служит наклонная шайба.

Изменение параметров двигателя Р-95Ш ( $n_{\text{н.д.}}$ ,  $n_{\text{в.д.}}$  и  $T_{\text{г}}^*$ ) происходит в диапазоне температур  $T_{\text{в}}^* = (213 \div 325)\text{К}$ . Нижняя граница диапазона  $T_{\text{в.мин}}^* = 213, \text{К}$  обусловлена общими техническими требованиями ВВС к объектам авиационной техники (ОТТ к ОАТ) относительно возможности запуска двигателя при  $T_{\text{н}}^* = -60 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Верхняя граница диапазона  $T_{\text{в.макс}}^* = 325, \text{К}$  соответствует величине максимальной скорости полета у ( $V_{\text{макс}} \approx 1000 \text{ км/ч}$ ). Так как расчетный режим соответствует условиям  $H = 0$  и  $M_{\text{н}} = 0$ , то  $T_{\text{в.гр}}^* = 288, \text{К}$ .



Выбранная программа управления позволяет развивать максимальную тягу на больших скоростях полета. При этом поддержание  $n_{нд,мак} = const$  требует значительного увеличения температуры  $T_{г}^*$ , что вызывает раскрутку ротора высокого давления. Следовательно, в эксплуатационном диапазоне  $[T_{в,мин}^*; T_{в,мак}^*]$  обеспечивается «температурная раскрутка» РВД при увеличении температуры  $T_{в}^*$  (росте числа  $M_{н}$  полета). Это способствует увеличению крутизны нарастания тяги по силу  $M_{н}$  полета, что благоприятно сказывается на соотношении потребных и располагаемых тяг маневренных самолетов в области трансзвуковых скоростей полета.

О достоинствах и недостатках выбранной схемы двигателя и программы управления было указано выше.

На изучаемом двигателе для реализации приведенной выше программы управления применяются устройства гидромеханического типа. Указанное обстоятельство не позволяет обойтись для управления двигателем только одним регулятором частоты вращения ротора.

Дело в том, что механический регулятор числа оборотов (такой как в изучаемом двигателе) не может быть использован для автоматического поддержания заданного значения числа оборотов во всем диапазоне изменения чисел оборотов от числа оборотов малого газа  $MГ$  до  $n_{МАХ}$ . Это объясняется тем, что при уменьшении числа оборотов существенно снижается эффективность чувствительного элемента регулятора.

Эффективность чувствительного элемента определяется величиной смещения золотника из нейтрального положения при данном отклонении числа оборотов  $\Delta n$  от равновесного значения  $n_0$ . Чем меньше  $n_0$ , тем меньше центробежные силы, развиваемые грузами чувствительного элемента, меньше и равнодействующая этих сил, прило-



женная к золотнику регулятора. При данной затяжке пружины настройки меньшая сила от центробежных грузов вызовет и меньшее смещение золотника из нейтрального положения, т.е. величина воздействия чувствительного элемента на систему при возникающих отклонениях числа оборотов при снижении равновесного значения  $n_0$  существенно уменьшается.

Параметры регулятора, в том числе и параметры чувствительного элемента, подбираются из условия обеспечения хороших динамических качеств системы регулирования на максимальном режиме работы двигателя как наиболее ответственном. При снижении числа оборотов двигателя вследствие уменьшения эффективности чувствительного элемента наимыгоднейшее сочетание динамических параметров системы регулирования нарушается, а значит, и ухудшаются динамические характеристики системы. Так, например, уменьшение эффективности чувствительного элемента на малых  $n_0$  может явиться причиной недопустимого увеличения продолжительности переходных процессов и даже привести к потере устойчивости системы регулирования.

Поэтому для применяющегося на изучаемом двигателе регулятора с чувствительными элементами центробежного маятникового типа наименьшее число оборотов, при котором регулятор может обеспечить хорошее качество регулирования лежит в диапазоне:

$$n = (0,7-0,8) n_{MAX}.$$

Это число оборотов, при котором регулятор оборотов вступает в работу, называется числом оборотов начала автоматического регулирования и обозначается  $n_{НАР}$ .

Диапазон чисел оборотов от  $n_{НАР}$  до  $n_{MAX}$  называется диапазоном автоматического регулирования.

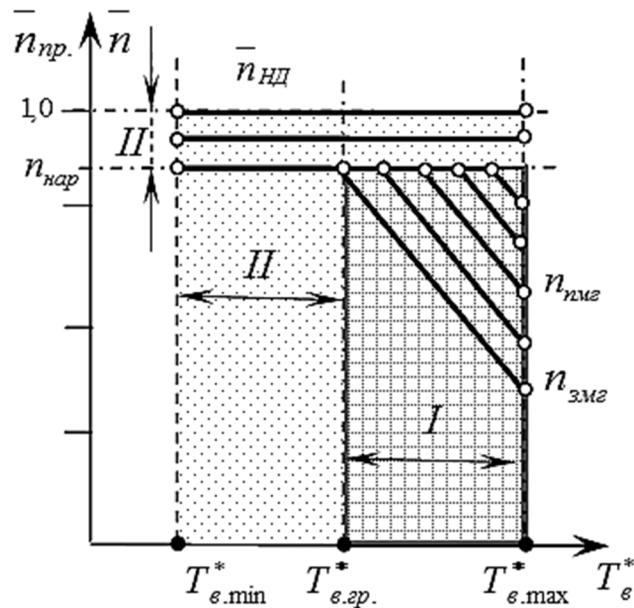
Необходимо отметить, что изучаемый двигатель оборудован приводным топливным насосом в диапазоне чисел оборотов  $n_{МГ} - n_{НАР}$  двигатель с приводным топливным насосом неустойчив. Работа двигателя с таким насосом в этом диапазоне чисел оборотов, невозможна, так как любое случайное отклонение числа оборотов при неизменном положении регулирующего органа приводит либо к разгону двигателя вплоть до выхода в устойчивую область режимов, либо к остановке двигателя. Невозможно обеспечить и управление режимами работы двигателя в этом диапазоне.

В качестве стабилизирующего средства применяется регулятор постоянной подачи топлива  $G_T = \text{const}$ , который обеспечивает устойчивость работы двигателя на пониженных режимах и возможность управления режимами работы двигателя в диапазоне чисел оборотов от  $n_{МГ}$  до  $n_{НАР}$ .

Регулятор  $G_T = \text{const}$  поддерживает при неизменной настройке постоянную подачу топлива в двигатель, делая ее независимой от числа оборотов ротора двигателя. Характеристики располагаемых подач топлива при работе такого регулятора имеют вид прямых, параллельных оси абсцисс, т.е. протекают точно так же, как характеристики располагаемых подач топлива ТРД с насосом с независимым приводом. При таком протекании характеристик располагаемых подач, как уже отмечалось, двигатель становится устойчивым во всем диапазоне изменения числа оборотов от  $n_{НАР}$  до  $n_{MAX}$ .

Поэтому включение регулятора  $G_T = \text{const}$  в систему топливопитания двигателя с приводным топливным насосом обеспечивает устойчивую работу двигателя на пониженных режимах. Наряду с этим регулятор  $G_T = \text{const}$  обеспечивает возможность простого управления режимами работы двигателя при  $n < n_{НАР}$ . Для перехода, например, с режима «малый газ» на повышенный режим достаточно перенастроить регулятор на поддержание соответствующей повышенной подачи топлива. Таким образом, управление подачей топлива в двигатель при  $n < n_{НАР}$  осуществляется регулятором постоянной подачи топлива (регулятором  $G_T = \text{const}$ ).

Способ решения главной задачи для изучаемой силовой установки – применение смешанной системы управления.



В результате имевшихся при создании системы управления трудностей процесс управления является на участке ответственности регулятора постоянного перепада давления является автоматизированным, а система управления полуавтоматическая. На участке ответственности регулятора постоянных оборотов РНД процесс управления и система управления – автоматические. Таким образом, программа управления двигателем Р95Ш делится на два характерных участка:

- от режима малый газ до  $n_1 \leq 85\%$ ;
- от  $n_1 > 85\%$  до максимального режима ( $n_1 = 100,5\%$ )

Первый участок – I: от режима малый газ до  $n_1 \leq 85\%$  (диапазон полуавтоматического управления).

На этом участке управление двигателем осуществляется по программе  $G_t = \text{const}$  при  $\alpha_{\text{РУД}} = \text{const}$  с использованием регулятора постоянного перепада давления топлива (КППД) на дозирующем кране. Поэтому процесс управления двигателем является автоматизированным, обороты роторов двигателя при этом будут не постоянными.

Второй участок – II: от  $n_1 > 85\%$  до максимального режима ( $n_1 = 100,5\%$ ) (диапазон автоматического управления).

На этом участке управление двигателем осуществляется по программе  $n_1 = \text{const}$  при  $\alpha_{\text{РУД}} = \text{const}$ . На этом участке подачей топлива в камеру сгорания осуществляется центробежным регулятором оборотов (ЦБР). Процесс управления двигателем является полностью автоматическим. Обороты двигателя поддерживаются постоянными.

Система управления двигателями предназначена для задания, изменения режима и контроля работы двигателей. Система обеспечивает автономное управление каждым двигателем. Система управления является смешанной, так как на оборотах ниже  $n_1 \leq 85\%$  процесс управления является автоматизированным, а на оборотах от  $n_1 > 85\%$  до максимального режима ( $n_1 = 100,5\%$ ) процесс управления становится полностью автоматическим.

Таким образом, система управления должна содержать в себе две подсистемы, которые позволяют реализовать на оборотах ниже  $n_1 \leq 85\%$  полуавтоматическое управление, а на оборотах выше  $n_1 > 85\%$  – автоматическое управление каждым из двух двигателей Р-95Ш.

Система управления двигателем включает в себя:

- 1) органы управления и приборы контроля работы двигателей (в кабине самолета поля боя);
- 2) систему формирования задающих сигналов;
- 3) систему полуавтоматического управления расходом топлива –  $\text{CAP } G_t = \text{const}$ ;

- 4) систему автоматического управления частотой вращения РНД – САУ пнд;
- 5) автоматику переходных режимов.

Воздействие на выбранный управляемый параметр (обороты РНД) осуществляется с помощью специальных устройств – регуляторов путем изменения величины управляющего фактора – расхода топлива в основной камере сгорания.

Результатом формирования программы управления и ее аппаратной реализации управления силовой установкой отечественного самолета поля боя становятся правила эксплуатации силовой установки на земле и в полете, ее эксплуатационные ограничения и обоснование действий летчика в процессе боевого применения авиационных средств поражения и в особых случаях полета.

#### Список литературы:

1. Бедретдинов И.А. Штурмовик Су-25 и его модификации. – Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М. : ООО «Издательская группа группа Бедретдинов и К<sup>о</sup>». 2002. – 400 с.
2. Нечаев Ю.Н. Теория авиационных двигателей. – М. : ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1990. – 704 с.
3. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
4. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
5. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
6. Проблема управления качеством образовательного процесса иностранных военных специалистов при изменении условий и факторов, в которых проводится обучение // Захаренко Г.И., Гордиенко С.А., Максимов С.А. В сборнике: Инновационные технологии в образовательном процессе. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2017. – С. 95–98.
7. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.
8. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности AJAX-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.
9. Общая электротехника и электроника. – Часть 1. Основы электротехники : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
10. Общая электротехника и электроника. – Часть 2. Электроника и основы электрических измерений : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
11. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 16–18.

УДК 378.147

**НЕОБХОДИМОСТЬ СМЕНЫ ПАРАДИГМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН**



**NEED OF PARADIGM SHIFT IN TRAINING OF FOREIGN SPECIALISTS IN ENGINEERING DISCIPLINES**

**Гордиенко С.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Маркелов В.И.**

кандидат педагогических наук,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков  
napalkoff.v@yandex.ru

**Захаренко С.Г.**

студентка,  
Кубанского государственного  
аграрного университета  
SvetlanaZG06@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрен вопрос о трудностях в освоении специальных дисциплин и методике прогнозирования успеваемости обучающихся. Описаны пути повышения успеваемости иностранных военных специалистов, которые реализуются на 109 кафедре КВВАУЛ. Статья предназначена для преподавательского состава вузов МО РФ.

**Ключевые слова:** иностранные военные специалисты, обучение, специальные дисциплины.

**Gordienko S.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Markelov V.I.**

PhD in Pedagogical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
napalkoff@yandex.ru

**Zakharenko S.G.**

Student,  
Kuban State Agrarian University  
SvetlanaZG06@yandex.ru

**Abstract.** The article is devoted to the difficulty in mastering of special disciplines and methods of predicting of students' academic performance. Particular attention is given to the ways of improving the academic performance of foreign military specialists which are implemented at 109 Department. The article is recommended to the teaching staff of universities of Defence of Russian Federation.

**Keywords:** foreign military specialists, training, special disciplines.

**В** последнее время назрела насущная потребность в смене парадигмы обучения иностранных военных специалистов в направлении инженерных дисциплин. Традиционные технологии обучения не способствуют появлению высокого интереса у военных специалистов обучаться инженерным дисциплинам. Для успешного обучения необходимо изменить технологию восприятия учебной инженерной информации в процессе учебной деятельности.

Десятилетия подавляющее большинство традиционных систем обучения в вузах делает акцент в учебном процессе на деятельность левого логического полушария мозга у обучающегося, поскольку авторы традиционных систем обучения не знают, как решить проблему включения правого полушария мозга при восприятии информации. Включение правого полушария особенно актуально у обучаемых, для которых язык преподавателя является не родным.

Таковыми обучаемыми в вузе преимущественно являются иностранные специалисты прибывающие не только из стран ближнего зарубежья, но и из десятков стран Африки, Южной Америки и Юго-Восточной Азии.

При этом даже после обучения на курсах русского языка остается различия в языковых схемах, системе аудиального восприятия информации как основах ментального отображения реальной действительности в мозгу обучаемого. Эти особенности и обусловили необходимость уходить от опоры на левое полушарие как основу аудиального восприятия.

Трехмерная визуализация инженерной информации с помощью компьютерного моделирования позволяет успешно решать эту проблему. Толчок для изменения парадигмы обучения дал профессор В.Н. Юрин, разработав оригинальную программу инженерного образования, назвав ее «компьютерным инжинирингом».

В рамках данной программы предполагается использовать единый инструмент – базу в виде CAD/CAM/CAE/PDM-систему как сквозное средство обучения по всем техническим дисциплинам учебного плана.

На основе этого подхода разработана технология обучения инженерным дисциплинам на основе целостной системы виртуальных образов (3D-моделей).



Согласно концепции факторов творчества, изложенной в книгах Е. Сеницына, О. Сеницыной, в психике индивида существуют восемнадцать факторов творчества, которые являются инструментом развития информационно-смысловых структур или, иными словами, приращения знаний у обучающегося. К ним относятся: вдохновение, воображение, удовольствие, чувство красоты и ряд других. Если вклады этих факторов в сознание и бессознательное велики, то происходит творческое восприятие информации, прочное запоминание. Когда учебная информация сопровождается высоким эмоциональным фоном, то это обеспечивает не только высокую мотивацию, но оставляет глубокий след информации в долговременной памяти.

Эффективность обучения обучающихся инженерным специальностям с помощью предлагаемой целостной системы виртуальных образов объясняется тем, что предложенные технологии позволили добиться того, что вклады творческих факторов в сознание обучаемых становятся достаточно существенными. И в связи с этим картина обучения значительно изменяется. Обучающиеся испытывают не отчуждение от процесса обучения, а напротив, обучение становится для них увлекательным процессом. [1].

Даже краткий анализ того, как подается информация в целостной системе виртуальных образов, позволяет увидеть еще одну интересную и важную деталь обучения, которая состоит в оптимальном пошаговом включении правого и левого полушария мозга у обучаемого в процессе восприятия образной и логической информации. Например, при выполнении лабораторных работ по инженерным дисциплинам сначала дается целостный объект, причем в цвете. Так начинается в сознании обучаемого переход от трехмерных моделей к чертежам. Первый шаг – целостное одновременное восприятие объекта, на этом шаге реализуется основной принцип гештальтпсихологии, заключающийся в целостном бессознательном схватывании объекта. С первого шага восприятия обучающимися трехмерного виртуального учебного объекта в целостной системе виртуальных образов в их психической системе стимулируются высокие вклады факторов творчества, чувство новизны, целостный охват ситуации.

На этом шаге также при восприятии обучающимися информационного объекта у него сразу включается в деятельность правое образное полушарие мозга, одновременное восприятие информации обеспечивается работой двух юнговских психических функций: чувства и ощущения. Вклад этих психических функций более весом, чем вклад мышления и интуиции. Союз этих функций обеспечивает быструю ассимиляцию

сознанием образной информации. Здесь же необходимо отметить большую роль цветовой палитры виртуальных образов. В сознании целенаправленными действиями конструктора системы (3D-моделей) создается очаг синтеза информационно-смысловых и образно-цветовых смысловых структур.

На последующих шагах осуществляется постепенная логическая детализация изучаемого объекта. Это уже функция левого полушария мозга и логического мышления. Совместная работа правого и левого полушария мозга стимулирует мозг обучающегося быстро усваивать информацию и получать удовольствие от творческого процесса.

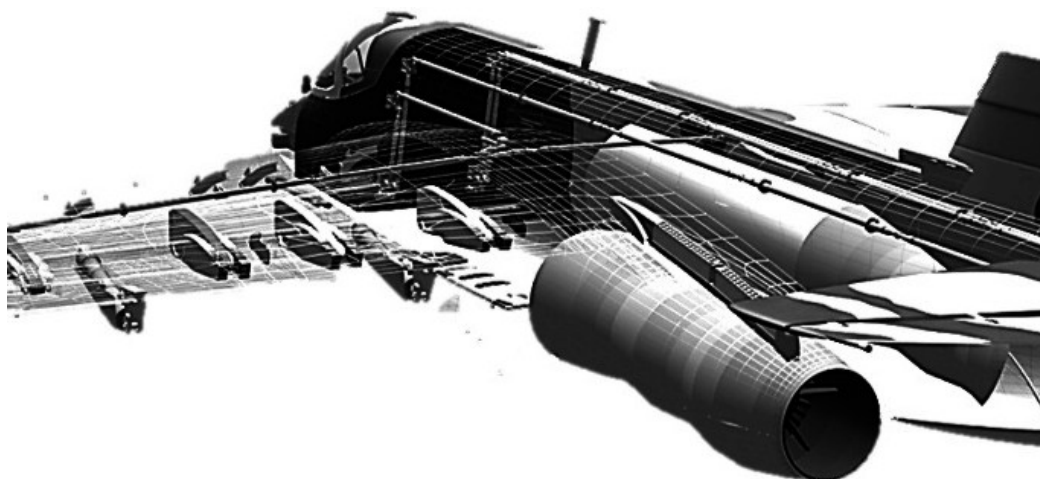
Предложенные технологии создают платформу для большого разнообразия этих систем обучения.

Для использования в процессе обучения трехмерной визуализации инженерной информации с помощью компьютерного моделирования необходимо выбрать программный продукт. При выборе программного продукта следует ориентироваться на технические возможности программного комплекса, опыт его использования в производстве, а также на то, чтобы, овладев этим комплексом, выпускники оказались востребованными как специалисты в планируемой сфере профессиональной деятельности.



Для визуализации предлагается обратить внимание на следующий программный комплекс – SolidWorks Education Edition (SWEE) – разработку корпорации SolidWorks [10]. Все модули учебного программного комплекса SWEE (SolidWorks, COSMOSWorks, COSMOSMotion, COSMOSFloWorks, Toolbox, FeatureWorks, Animator, PhotoWorks, eDrawings Professional, 3D-Instant Website) соответствуют лицензиям, которые поступают на промышленные предприятия. Функционируя в интегрированном режиме, такие модули построены по принципу единой информационной модели с применением CALS-технологий.

Модуль SolidWorks – мощная система автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки к изготовлению изделий любой сложности и назначения, ядро интегрированного комплекса автоматизации процесса функционирования авиационных комплексов и их систем, с помощью которого поддерживается жизненный цикл изделия, включая двусторонний обмен данными с другими Windows-приложениями. В SolidWorks – очень удобный, интуитивно понятный разноцветный интерфейс, который дает возможность «творить» виртуальные модели без особых усилий.



Модули COSMOSWorks, COSMOSMotkm, COSMOSFbWorb – современный инструмент инженерного компьютерного анализа сложных нелинейных многопараметрических объектов, изучать которые традиционными методами классической математической физики непросто, а то и вообще невозможно. При использовании подобных программных продуктов курсанты, слушатели, преподавательский состав при исследовании процессов функционирования авиационной техники смогут пользоваться методами вычислительной механики – разновидностями компьютерного моделирования. И самим разрабатывать сложные математические модели, вычислительные алгоритмы и пакеты прикладных программ молодым ученым больше не придется. Задача обучающихся состоит в другом – научиться применять модули инженерного анализа, грамотно планировать вычислительный эксперимент, интерполировать, анализировать результаты.



Назначение остальных модулей: Toolbox – библиотека стандартных изделий; FeatureWorks – распознавание импортированной геометрии; 3D-bistant Website – создание интерактивных 3D-моделей для публикации в сети Интернет; eDrawmgs Professional – просмотр и согласование документов; PhotoWorks – подготовка фотореалистических растровых изображений по 3D-моделям с учетом текстур и освещения; Animator – изготовление мультипликации на основе 3D-моделей.

Следовательно, «Концепция инженерной подготовки в виртуальных технологиях» имеет большие перспективы и заслуживает пристального внимания в сфере образования и внедрения в учебную практику подготовки иностранных военных специалистов.

При этом необходимо учитывать проводимую политику импортозамещения в области программного обеспечения в условиях санкций.

В вузе на специализированной кафедре преподавательским составом ведется активная работа по визуализации инженерной информации в процессе обучения летного состава и инженерно-технического состава из числа иностранных авиационных специалистов.

В настоящий момент технологию обучения инженерным дисциплинам в вузе приходится модернизировать на основе программного обеспечения в рамках импортозамещения в связи с действующими санкциями. Все используемые программные продукты имеют лицензию для применения в целях обучения.

Представляется целесообразным заключить договоры на проведение вебинаров по переподготовке преподавательского состава. Таким образом, применение новых технологий позволит выйти на современный уровень обучения иностранных военных специалистов.

#### **Список литературы:**

1. Повышение морально-психологической устойчивости летного состава в стрессовых ситуациях / В.И. Конотоп, В.А. Ярмыш, С.А. Бевераки // Инновационные технологии в образовательном процессе, сборник материалов XXI Всероссийской заочной научно-практической конференции. – Краснодар, 2020. – С. 94–98.
2. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
3. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
4. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
5. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Проблема управления качеством образовательного процесса иностранных военных специалистов при изменении условий и факторов, в которых проводится обучение / Г.И. Захаренко, С.А. Гордиенко, С.А. Максимов // В сборнике: Инновационные технологии в образовательном процессе. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2017. – С. 95–98.
7. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.



УДК 378.147

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**



**PRIORITY DIRECTIONS OF USING INFORMATION TECHNOLOGIES  
IN THE EDUCATIONAL PROCESS**

**Культурмиди К.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kulturkonst@yandex.ru

**Захаренко Д.Г.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
zgi3791@rambler.ru

**Аннотация.** В статье определены возможности, которые дают новые информационные технологии при включении их в процесс образования, и рассмотрены основные направления использования этих технологий при проведении учебных занятий.

**Ключевые слова:** компетентностный подход, технологии обучения, технология компьютерных презентаций, лабораторно-компьютерный практикум, компьютерное тестирование, индивидуальный подход.

**Kulturmidi K.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kulturkonst@yandex.ru

**Zakharenko D.G.**

Student,  
Kuban State Technological University  
zgi3791@rambler.ru

**Abstract.** The article identifies the opportunities that new information technologies provide when they are included in the educational process, and considers the main directions of using these technologies during training sessions.

**Keywords:** competence approach, learning technologies, computer presentation technology, laboratory computer workshop, computer testing, individual approach.

**В** настоящее время, в связи с тем, что изменяются цели образования, был разработан и внедрен Федеральный государственный образовательный стандарт нового поколения, построенный на компетентностном подходе, меняется и методика обучения в высшем учебном заведении. Достижение сбалансированности между Федеральным государственным образовательным стандартом и освоением учебных программ по предмету, методологической основой которых является системно-деятельностный (компетентностный) подход – одна из основных задач образования. Это обстоятельство требует от нас проведения новых педагогических исследований в области методики преподавания, поиска новых форм, методов и средств обучения и воспитания, связанных с необходимостью разработки и внедрения в образовательный процесс современных образовательных и информационных технологий.

Современное информационное общество характеризуется процессом активного использования информации в качестве общественного продукта, в связи с чем происходит формирование высокоорганизованной информационной среды, определяющей процессы всех отношений в обществе.

Включение в процесс образования новых информационных технологий меняет традиционный взгляд на образование и делает возможным:

- совершенствование не только стратегии, но и методологии отбора содержания, методов и форм обучения, которые соответствуют основной задаче, заключающейся в развитии личности обучаемого в современных условиях информатизации общества;
- создание таких систем обучения, которые были бы ориентированы на развитие потенциала обучаемого в интеллекте, на формирование важных умений, направленных на самостоятельное приобретение знаний, осуществление информационно-учебной, экспериментально-исследовательской деятельности;
- создание и в дальнейшем использование компьютерных контролирующих, диагностирующих, тестирующих и оценивающих систем;

– реализацию возможностей электронных учебников в качестве средства обучения, объекта изучения, средства управления, средства коммуникации, средства обработки информации.

Процесс разработки технологии обучения начинается с определения цели обучения, затем осуществляется организация в соответствии с конечной целью учебного материала, установленного учебной программой и выбор организационных форм, методов и средств обучения. Такие определения выводят на схему: «Цель – Средство – Правило – Результат».

В настоящее время можно выделить два основных направления, согласно которых ведется процесс компьютеризации обучения. Первое направление – это формирование у обучающегося знаний, умений и навыков, которые позволяют использовать компьютер или другое вычислительное устройство при решении разнообразных задач. Второе направление рассматривает данные технологии, как мощное средство обучения, которое способно значительно повысить его эффективность, а именно существенно сократить время на получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков.

Вместе с тем, внедрение в образовательный процесс современных информационных технологий не означает, что они полностью заменят традиционные методики преподавания, а будут дополнять её естественным способом. Ведь *педагогическая технология* – это совокупность методов, методических приемов, форм организации учебной деятельности, основывающихся на теории обучения и обеспечивающих планируемые результаты [1].

Основная задача преподавателя, в процессе информатизации образования, сводится к поддержанию и направлению процесса развития личности обучающихся, их творческого поиска, организации совместной работы. В этих условиях, конечно же, неизбежен пересмотр сложившихся сегодня организационных форм учебной работы, направленный на увеличение самостоятельности, индивидуальной и групповой работы, отход от традиционного обучения, рост объёма практических, лабораторных работ поискового и исследовательского характера.

Процесс внедрения технологий, связанных с компьютеризацией области знаний, в учебный процесс и объединение их с традиционными методами преподавания предъявляет к обучающимся новые требования, направленные на их готовность к восприятию материала, формируемого в новых формах, с использованием компьютерных технологий.

Информационные компьютерные технологии могут быть использованы на любом этапе занятия:

1. Обозначение темы занятия.

2. В начале занятия – создание проблемной ситуации (с помощью вопросов по изучаемой теме).

3. В основной части занятия – сопровождение объяснения преподавателя.

4. В заключительной части занятия – для проведения текущего контроля.

На данный момент можно выделить следующие компьютерные технологии, которые могут быть использованы в учебном процессе:

– технология компьютерных презентаций. Эта технология обладает основным достоинством, заключающимся в том, что она может быть использована при проведении любого вида занятия и эффективно помочь как преподавателю, так и обучающемуся. При этом обеспечивается: информационная емкость – возможность в одной презентации разместить большой объем графической, текстовой и звуковой информации; компактность – презентации обычно обладают небольшим объемом, позволяющим передавать их по сети и записать на диск или другой накопитель информации; наглядность – «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать»; мобильность – презентация может быть показана с ноутбука, даже на выезде; интерактивность – возможность непосредственно воздействовать на ход презентации.

– лабораторно-компьютерный практикум – это более трудоёмкая технология для преподавателя, и требует от него специальной подготовки. При этом предусматривается активная роль обучающегося, а сама технология направлена на его творческое

развитие. Виртуальные лаборатории обычно являются синонимами обучения, основанного на запросах. Обучающиеся сталкиваются с критическими вопросами, и им предоставляется возможность самостоятельно найти ответ. Интерактивный интерфейс проведет обучающегося по сценарию проблемы, пока не будет найдено решение.

– компьютерное тестирование. Эта технология почти не отличается от традиционного тестирования, требуемая технологичность достигается за счет использования компьютеров и современных программ обработки результатов тестов. Она обеспечивает быстрое получение результатов испытания, освобождение преподавателя от трудоемкой работы по обработке результатов тестирования, однозначность фиксирования ответов, конфиденциальность при анонимном тестировании.

Процесс использования информационных технологий при проведении учебных занятий с одной стороны облегчает процесс достижения целей обучения и тем самым повышает эффективность обучения, но с другой стороны требует намного более тщательной подготовки, чем при проведении учебных занятий по классической схеме, так как, составляя и продумывая занятие с использованием информационных технологий, необходимо продумать последовательность технологических операций, форм и способов подачи информации.

Таким образом, преподаватель в современных условиях должен и обязан владеть такими навыками работы с компьютером, которые позволяли бы ему пользоваться компьютерными программами учебного назначения, уметь работать с текстовыми и графическими программами.

В этих условиях несложно определить основные достоинства компьютерных технологий, которые поддерживают традиционное обучение:

– использование компьютерных технологий на занятиях позволяет усилить мотивацию обучающегося благодаря новизне работы с компьютером, которая способствует повышению интереса к предмету, помогает в комплексе воздействовать на органы чувств. Благодаря использованию компьютера интерес обучающегося поддерживается эмоциями, отражающими его собственную активность, рождают желание самостоятельно узнать что-то новое. Эмоциональный компонент мотивации – это мощный импульс для развития познавательной активности любого обучающегося.

– использование информационных технологий помогает в учебной работе расширять возможности предъявления информации. Предъявляемая информация постоянно обогащается благодаря развитию интерактивных компьютерных систем: использования видеофрагментов, создания различных средств наглядности, оживления мультимедийной необходимой материала. Применение ИКТ позволяет использовать научно-познавательный текст, рисунки, схемы, таблицы, возможность создания музыкального фона;

– использование данных технологий предполагает учёт индивидуальных особенностей. Каждый обучающийся работает с оптимальной для него нагрузкой.

Кроме возможности того, что материал может быть представлен более иллюстративно и наглядно, проверка знаний с использованием компьютерных технологий представляется более эффективной, существенно расширяется совокупность организационных форм в работе с обучающимися и методических приемов, используемых преподавателем.

В отличие от обычных технических средств обучения информационные технологии позволяют не только насытить обучающегося большим количеством знаний, но и развить интеллектуальные, творческие способности, их умение самостоятельно приобретать новые знания, работать с различными источниками информации.

Наряду с этим, следует отметить факторы, влияющие на успешное внедрение компьютерных технологий в процесс образования:

1. *Техническая оснащенность.* Под этим критерием будем понимать наличие технических средств, таких как: компьютеры, локальная и глобальная сети, демонстрационных средств (электронные доски, проекторы, акустические системы и т.п.), а также программного обеспечения необходимого для корректной работы выбранных технических средств (наличие операционной системы, необходимых драйверов, настроенный сетевые протоколы и т.п.).

2. *Программная оснащённость.* Под этим критерием будем понимать наличие лицензионного программного обеспечения используемого в процессе обучения. К ним относятся как прикладное программное обеспечение, так и программы, непосредственно выполняющие функции обучения.

3. *Наличие специалистов,* способных использовать технические и программные средства.

Таким образом, информационные технологии позволяют:

- сформировать систему образования, открытую для всех его участников;
- внести изменения в организацию процесса обучения;
- организовать деятельность обучающихся, направленную на глубокое познание предмета;
- использовать технические средства обучения, в том числе и компьютер, с целью реализации в учебном процессе индивидуальных подходов обучения.

### **Список литературы:**

1. Коленко Ю.В. Многообразие аспекта процесса информатизации образования в вузе : учеб. пособие. – Ставрополь, 2005.
2. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
3. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
4. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
5. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности AJAX-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.
7. Общая электротехника и электроника. – Часть 1. Основы электротехники : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
8. Общая электротехника и электроника. – Часть 2. Электроника и основы электрических измерений : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
9. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 16–18.

УДК 621.315.5/6, 621.78

**ПОРШНЕВЫЕ КОЛЬЦА. УСТРОЙСТВО, ВИДЫ, ФУНКЦИИ**



**PISTON RINGS, DEVICE, TYPES, FUNCTIONS**

**Рубцов Н.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Панков В.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Рачук И.П.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Бугреев С.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье проанализированы и рассмотрены основные виды, свойства и функции колец цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания. Авторами проведены испытания по определению твердости и износостойкости поршневых колец в различных неблагоприятных режимах и экстремальных условиях эксплуатации.

**Ключевые слова:** цилиндропоршневая группа, кольца, структура, микротвердость, распределение давления, износ, рабочая поверхность.

**Rubtsov N.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Pankov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Rachuk I.P.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Bugreev S.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article analyzes and considers the main types, properties and functions of the rings of the cylinder piston group of the internal combustion engine. The authors conducted tests to determine the hardness and wear resistance of piston rings in various adverse conditions and extreme operating conditions.

**Keywords:** cylinder-piston group, rings, structure, microhardness, pressure distribution, wear, working surface.

Технологии автопроизводства развиваются стремительными темпами [1, 2]. Одной из главных задач разработчиков является обеспечение защиты элементов двигателя, таких как поршневые кольца цилиндропоршневой группы. Они бывают разного типа, в зависимости от используемых компонентов, и выполняют определенные функции. Комплексные требования, предъявляемые к поршневым кольцам, не могут быть выполнены при использовании только одного поршневого кольца. Это можно осуществить только с помощью нескольких поршневых колец различных типов (рис. 1).

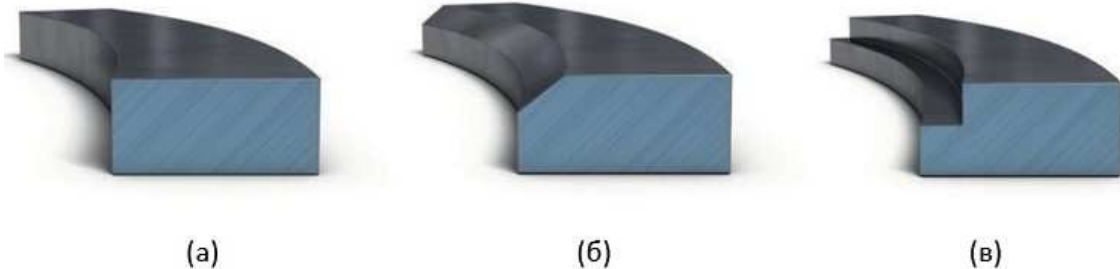


**Рисунок 1** – Компрессионное поршневое кольцо (1), (2) – комбинированное компрессионное и маслосъемное поршневое кольцо, (3) – маслосъемное поршневое кольцо

В современном автомобильном моторостроении устоявшимся решением является комбинация из компрессионного поршневого кольца, комбинированного компрессионного и маслосъемного поршневого кольца и отдельного маслосъемного поршневого кольца. Поршни с более чем тремя кольцами встречаются сегодня сравнительно редко [3, 4].

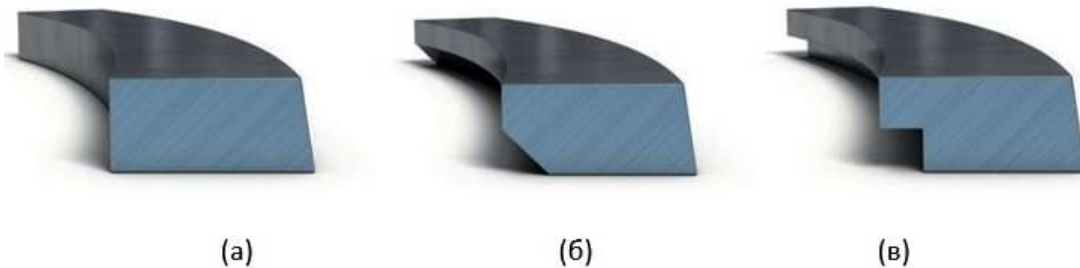
Различают следующие типы поршневых колец:

Компрессионные поршневые кольца:



**Рисунок 2** – Компрессионные поршневые кольца: (а) – цилиндрическое компрессионное кольцо, (б) – цилиндрическое компрессионное кольцо с внутренней фаской, (в) – цилиндрическое компрессионное кольцо с внутренним углом

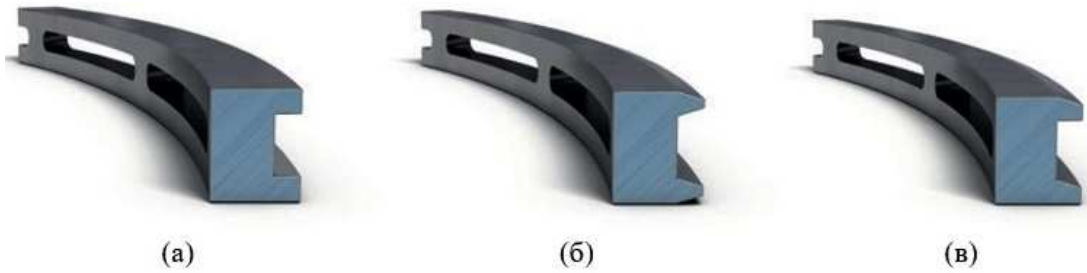
Конические кольца – компрессионные поршневые кольца с маслосъемной функцией:



**Рисунок 3** – Компрессионные поршневые кольца с маслосъемной функцией: (а) – коническое кольцо, (б) – коническое кольцо с нижней внутренней фаской (в) – коническое кольцо с нижним внутренним углом

Эти кольца выполняют двойную функцию. Они помогают компрессионному кольцу в противодействии прорыву газов, а маслосъемному кольцу – в регулировании толщины масляной пленки. Конструкция маслосъемных поршневых колец позволяет распределять масло по стенке цилиндра и снимать с нее избыточное масло. Для улучшения функций уплотнения и съема масла, маслосъемные поршневые кольца оснащаются, как правило, двумя маслосъемными рабочими поясками. Каждый из этих рабочих поясков снимает со стенки цилиндра избыточное масло. Что касается маслосъемных поршневых колец, то прежде всего, масло, снимаемое верхним рабочим пояском и скапливающееся между обоими поясками, подлежит удалению из этой зоны, так как иначе оно может проникать в область над маслосъемным поршневым кольцом, что потребует его съема вторым компрессионным кольцом. Для этой цели коробчатые маслосъемные кольца и маслосъемные кольца из 2-х частей имеют между рабочими поясками продольные прорезы или отверстия. Через эти отверстия в самом кольце масло, снимаемое верхним рабочим пояском, выводится на обратную сторону кольца. Коробчатые маслосъемные кольца с прорезями изготавливают из серого чугуна.

Типы конструкции:



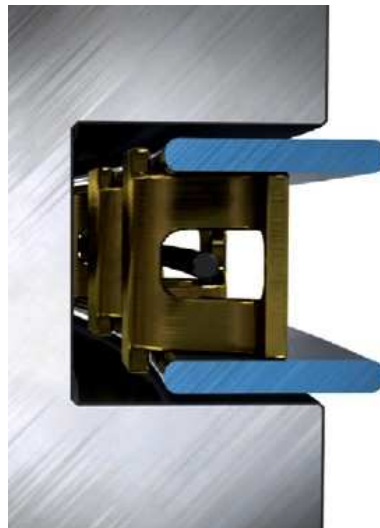
**Рисунок 4** – (а) – Маслосъемное коробчатое кольцо с прорезями,  
(б) – маслосъемное коробчатое кольцо со сходящимися фасками,  
(в) – маслосъемное коробчатое кольцо с параллельными фасками

У рабочих поясков этого кольца фаски сняты только с кромок в направлении камеры сгорания. Это позволяет улучшить процесс съема масла при движении поршня вниз. Маслосъемные поршневые кольца из 2-х частей (конструкция с пружинным расширителем).



**Рисунок 5** – (а) – Маслосъемное коробчатое кольцо с прорезями и пружинным расширителем,  
(б) – маслосъемное коробчатое кольцо со сходящимися фасками, пружинным расширителем и хромированными рабочими поясками,  
(в) – маслосъемное коробчатое кольцо со сходящимися фасками и пружинным расширителем, изготовленное из азотированной стали

Данные маслосъемные кольца состоят из 3-х частей: двух тонких стальных пластинок (колец) и распорной пружины расширителя, прижимающей кольца к стенкам цилиндра. Маслосъемные поршневые кольца со стальными пластинками либо имеют хромированные рабочие поверхности, либо со всех сторон обработаны азотированием. Состоящие из 3-х частей маслосъемные поршневые кольца оптимально прилегают к стенкам цилиндров и находят применение преимущественно в бензиновых двигателях легковых автомобилей.

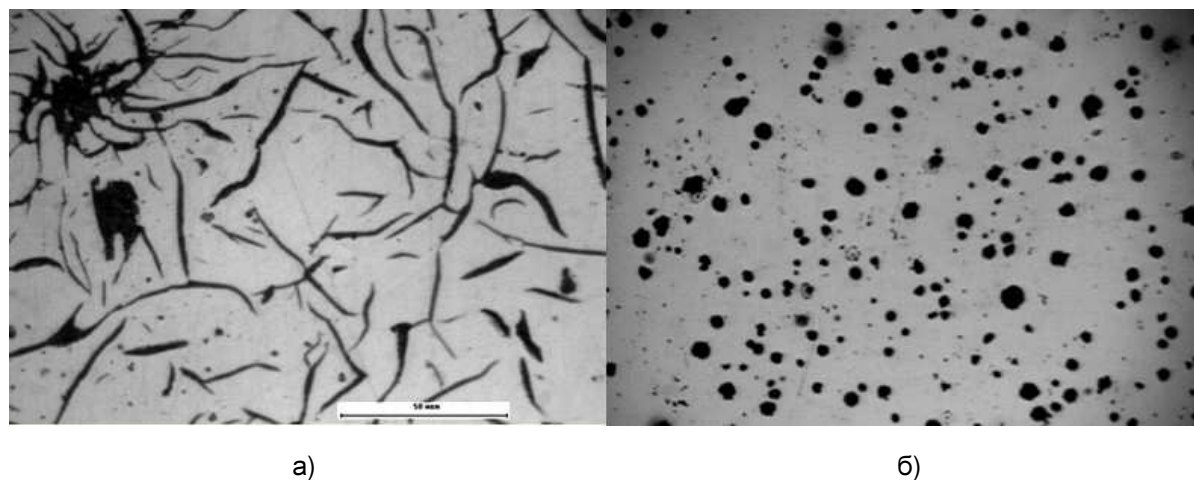


**Рисунок 6** – Маслосъемное поршневое кольцо

Важно помнить, что не существует ни лучшего поршневого кольца, ни лучшей комплектации поршня кольцами. Каждое поршневое кольцо является «специалистом» в своей области. В конечном счете, любое исполнение и сочетание колец представляют собой компромисс для удовлетворения абсолютно разным и отчасти противоположным требованиям. Изменение в отношении хотя бы одного поршневого кольца может нарушить баланс работы всего комплекта колец. Окончательный подбор поршневых колец для двигателя новой конструкции всегда осуществляется как на основании результатов интенсивных тестов на испытательном стенде, так и с учетом нормальных условий эксплуатации [5, 6, 7, 8].

Материалы для изготовления поршневых колец подбираются с учетом антифрикционных свойств и условий, при которых поршневые кольца должны работать. Высокая эластичность и коррозионная стойкость важны так же, как и высокая устойчивость к повреждениям при экстремальных условиях эксплуатации. Серый чугун до сих пор является основным материалом, из которого изготавливаются поршневые кольца. С практической точки зрения, серый чугун и содержащиеся в нем графитовые включения обеспечивают оптимальные свойства при работе в аварийном режиме. Эти свойства важны особенно тогда, когда прекращается смазывание моторным маслом и масляная пленка уже разрушена. Кроме того, графитовые жилки в структуре кольца служат в качестве масляных резервуаров и противодействуют разрушению масляной пленки при неблагоприятных условиях эксплуатации.

В процессе литья поршневых колец используют материалы на основе серого чугуна с пластинчатым или шаровидным графитом марки СЧ (серый) или ВЧ (высокопрочный) с твердостью 96–112НВ для серого или 100–112НВ для высокопрочного чугуна с микроструктурой в соответствии со шкалами: Г1, Г2 ... для графита, П1, П2... для перлита (ГОСТ 3443-87). Маслосъемное кольцо стальное пластинчатое.



**Рисунок 7** – Микроструктура поршневых колец:  
(а) – чугун марки СЧ (серый), (б) – чугун марки ВЧ (высокопрочный)

Поршневые кольца для двигателей внутреннего сгорания должны отвечать всем требованиям, предъявляемым к динамическому линейному уплотнению. Они должны не только выдерживать термические и химические нагрузки, но и выполнять ряд следующих функций:

- предотвращение прорыва газов из камеры сгорания в картер (рис. 8а), во избежание снижения давления газов и, следовательно, мощности двигателя;
- уплотнение, то есть предотвращение попадания смазывающего масла из кривошипной камеры в камеру сгорания;
- распределение смазочного масла по стенке цилиндра (рис. 8б);
- стабилизация движения поршня – особенно на холодном двигателе и большом зазоре между поршнем и цилиндром;
- отвод тепла от поршня к цилиндру (рис. 8в).



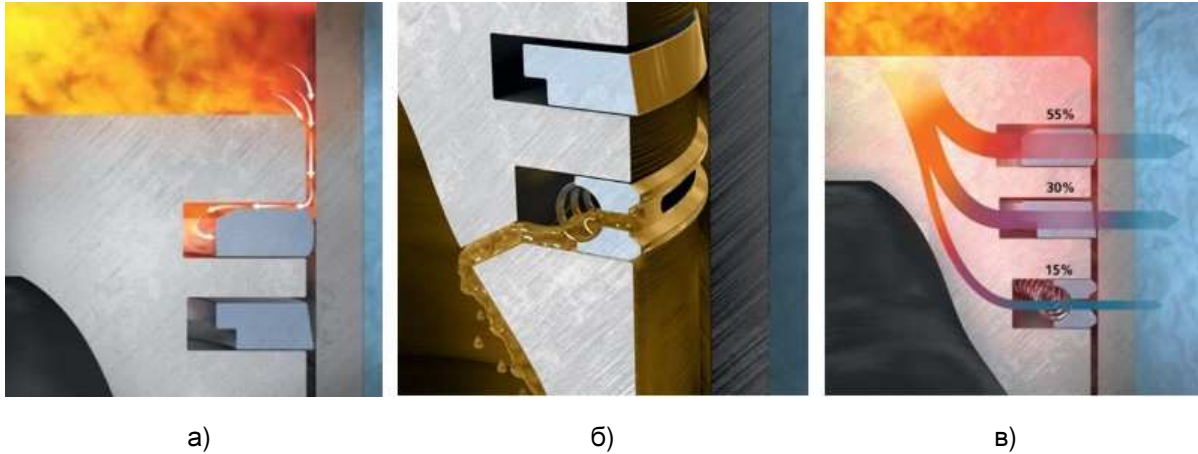


Рисунок 8 – (а) уплотнение от прорыва отработанных газов, (б) – съем и распределение масла, (в) – отвод тепла

Рабочие поверхности неармированных поршневых колец из чугуна обрабатывают, как правило, только путем тонкого обтачивания. По причине быстрой приработки неармированных колец, их рабочие поверхности не подвергают притирке или шлифованию. Снабженные покрытием или закаленные рабочие поверхности колец либо шлифуют, либо притирают. Это связано с их высокой износостойкостью, из-за которой потребовалось бы слишком много времени на то, чтобы рабочие поверхности колец приобрели скругленную форму и начали обеспечивать надлежащее уплотнение. Возможными последствиями стали бы потеря мощности и высокий расход масла.

В некоторых случаях происходит отслаивание напыленных на рабочие поверхности слоев молибдена и феррооксида. Причиной этого являются, главным образом, ошибки при монтаже поршневых колец (слишком сильное растягивание при установке на поршень или деформирование колец, как показано на рис. 9а). При неправильной установке кольца на поршень покрытие отслаивается только в области спинки кольца (рис. 9б). Отслаивание покрытия на стыковых концах указывает на вибрацию поршневого кольца в результате нарушения режима сгорания.



Рисунок 9 – (а) – Перекручивание и растягивание поршневых колец при установке на поршень, (б) – отслаивание покрытия в области спинки кольца

И так, рассмотрим основное назначение, и следующие свойства поршневых колец. Диаметр поршневых колец в свободном состоянии превышает диаметр установленных в цилиндр колец. Это необходимо для того, чтобы после установки кольца оказывали требуемое давление прижима по всей окружности цилиндра. Тангенциальную силу измеряют с помощью гибкой стальной ленты, которую обматывают вокруг кольца.

Эту ленту затягивают до тех пор, пока не достигается заданный тепловой зазор поршневого кольца. После этого значение тангенциальной силы считывают по динамометру. Если речь идет о маслосъемных поршневых кольцах, то измерение всегда выполняют с установленной пружиной-расширителем. Чтобы обеспечить точность измерений, измерительный прибор подвергают вибрации, что позволяет пружине-расширителю принять свое естественное положение за кольцом. Если измерения проводятся на состоящих из 3-х частей кольцах с пружиной и стальными пластинками, то в связи с их конструкцией требуется дополнительная осевая фиксация всего кольца, так как иначе стальные пластинки сместятся в сторону и измерение станет невозможным. На рисунке 10 схематически показан процесс измерения тангенциальной силы.

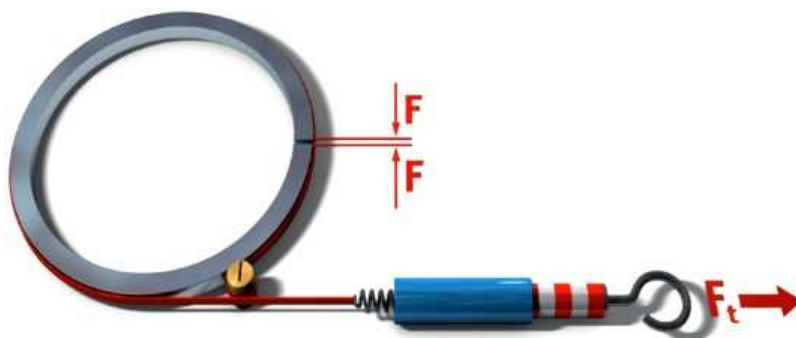


Рисунок 10 – Измерение тангенциальной силы

В результате радиального износа, вызванного полусухим трением или длительной эксплуатацией, поршневые кольца утрачивают тангенциальное напряжение. Поэтому измерять это напряжение имеет смысл только у новых колец с еще полным поперечным сечением.

Радиальное давление зависит от модуля эластичности материала, зазора в замке ненапряженного поршневого кольца и, не в последнюю очередь, от поперечного сечения кольца. Различают два основных вида распределения радиального давления: *Симметричное*: Установленная внутри пружина-расширитель прижимает кольцо или, соответственно, стальные пластинки к стенке цилиндра. В результате того, что пружина-расширитель в сжатом состоянии прижимается к обратной стороне кольца или стальных пластинок, радиальное давление распределяется симметрично (рис. 11).

*Грушевидное или позитивно-овальное* (рис. 12): препятствует вибрации стыковых концов колец на высоких оборотах. Вибрация всегда начинается на стыковых концах и передается от них к кольцу по всей его окружности. Под действием увеличенного усилия прижима, стыковые концы поршневого кольца сильнее прижимаются к стенке цилиндра, благодаря чему вибрация кольца эффективно снижается или прекращается.

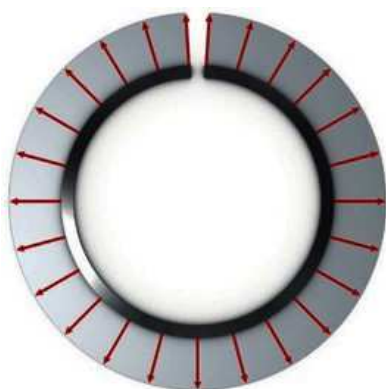


Рисунок 11 – Симметричное распределение

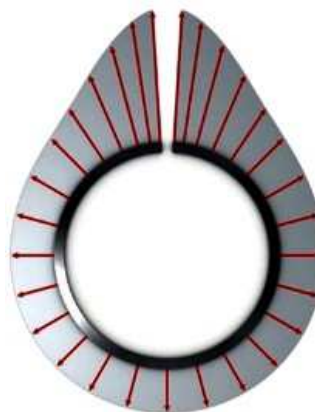


Рисунок 12 – Позитивно-овальное распределение

Гораздо более важным, чем внутреннее напряжение колец, является увеличение давления прижима, образующееся в результате сгорания смеси во время работы двигателя.

До 90 % общего усилия прижима первого компрессионного поршневого кольца создается за счет давления сгорания во время такта рабочего хода. Компрессионное поршневое кольцо подвергается действию этого давления с задней стороны и сильнее прижимается к стенке цилиндра. Увеличенное усилие прижима воздействует главным образом на первое компрессионное кольцо и в меньшей степени на второе компрессионное кольцо. Маслосъемные поршневые кольца работают только за счет своего внутреннего напряжения. Ввиду особой формы этих колец, давление газов не вызывает увеличения усилия прижима. Кроме того, распределение силы на поршневом кольце зависит от формы рабочей поверхности поршневого кольца.

Специфическое давление прижима зависит от упругости кольца и площади его прилегания к стенке цилиндра. Удвоение значения специфического усилия прижима возможно двумя способами: либо за счет удвоения значения упругости кольца, либо путем уменьшения вдвое площади прилегания кольца в цилиндре. При оценке давления прижима и уплотняющих свойств недостаточно учитывать только упругость кольца. Сравнивая поршневые кольца, всегда необходимо обращать внимание также на площадь рабочей поверхности. На новых двигателях всё чаще устанавливают более плоские кольца, чтобы уменьшить внутреннее трение в двигателе. Это возможно, однако, только за счет уменьшения эффективной площади контакта кольца со стенкой цилиндра. При уменьшенной вдвое высоте кольца снижаются также вдвое упругость поршневого кольца и, следовательно, трение. Поскольку оставшееся усилие действует на уменьшенную площадь, специфическое давление прижима на стенку цилиндра (усилие  $\times$  площадь) при уменьшении вдвое площади и упругости остается таким же, как и при увеличенных вдвое площади и упругости.

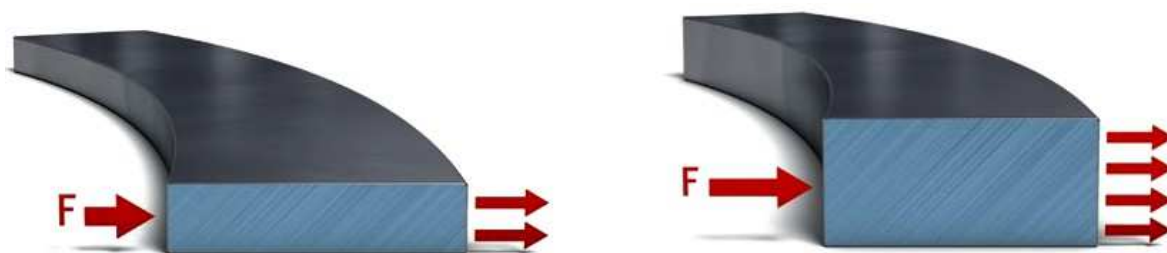


Рисунок 13 – Упругость кольца и специфическое усилие прижима

Тепловой зазор – это важная особенность конструкции, необходимая для обеспечения надлежащей работы поршневых колец. При нагреве компонентов из-за естественного теплового расширения происходит увеличение их длины или, соответственно, диаметра. В зависимости от разности рабочей температуры и температуры окружающей среды, требуется определенный зазор в холодном состоянии, чтобы обеспечить надлежащую работу при рабочей температуре.



Рисунок 14 – Тепловой зазор в смонтированном состоянии

Основным условием для корректной работы поршневых колец является их свободное вращение в канавках. Заклиненные в канавках поршневые кольца не обеспечивают ни уплотнения, ни отвода тепла. Если, в результате теплового расширения поршневого кольца, тепловой зазор полностью исчезнет, то его стыковые концы начнут давить друг на друга. При дальнейшем увеличении такого давления произойдет деформация поршневого кольца, вызванная увеличением длины его окружности в результате нагрева. Поскольку при тепловом расширении поршневое кольцо не имеет возможности раздвигаться в радиальном направлении, увеличение длины его окружности может быть скомпенсировано только в осевом направлении. Внутренний диаметр цилиндра увеличивается неравномерно по всей рабочей поверхности цилиндра. Под действием теплоты сгорания верхняя часть цилиндра расширяется сильнее, чем нижняя. В результате неравномерного теплового расширения цилиндра происходит отклонение от цилиндрической формы, которая слегка принимает форму воронки.

Поршневые кольца обеспечивают уплотнение не только со стороны рабочей поверхности, но и в области нижней боковой поверхности. Рабочая поверхность кольца отвечает за уплотнение между кольцом и стенкой цилиндра, а нижняя боковая поверхность канавки служит для уплотнения обратной стороны кольца. Поэтому требуется плотное прилегание кольца не только к стенке цилиндра, но и к нижней боковой поверхности канавки поршня (рис. 15а). При отсутствии плотного прилегания, масло или отработанные газы могут проникать через обратную сторону кольца.

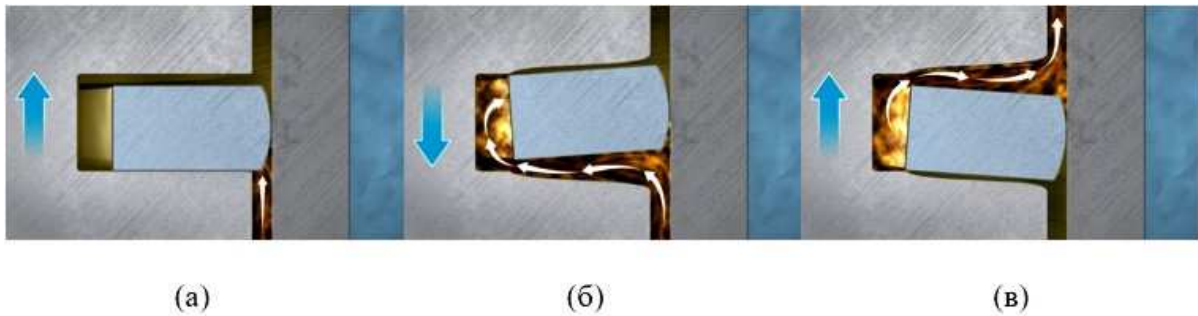


Рисунок 15 – (а) – уплотнение за счет нижней боковой поверхности канавки, (б) – такт впуска, (в) – такт сжатия

Отработанные газы через мельчайшие зазоры, имеющиеся в области поршней и поршневых колец, проникают в картер двигателя. При этом количество проникающих газов определяется по размерам дросселирующего окна ( $x$  и  $y$  на рис. 16), которые следуют из значений теплового зазора и половины рабочего зазора поршня. В действительности, дросселирующее окно, в отличие от изображенного на рисунке, ничтожно мало.

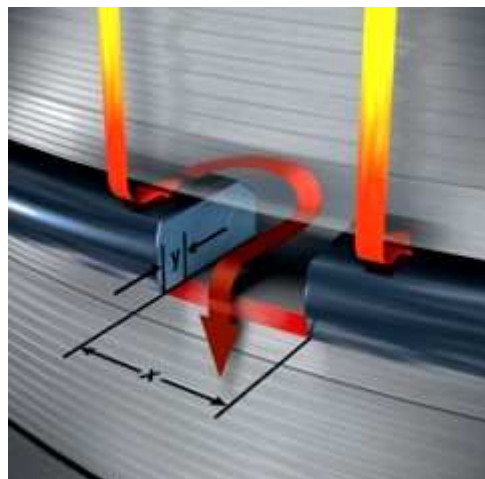
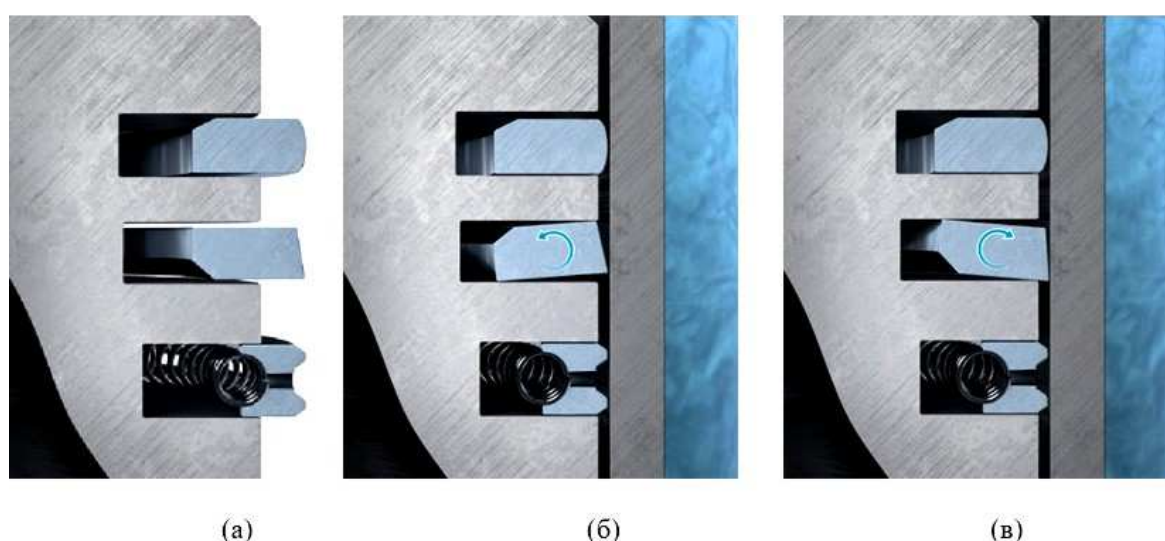


Рисунок 16 – Дросселирующее окно

Повышенный прорыв газов связан либо со значительным износом поршневых колец в результате их длительной эксплуатации, либо с наличием трещин в днище поршня, через которые отработанные газы проникают в картер. Кроме того, нарушение геометрии цилиндров также приводит к увеличению прорыва газов в картер. На стационарных двигателях или на двигателях, установленных на испытательном стенде, прорыв газов постоянно измеряется, контролируется и используется в качестве показателя, предупреждающего о возникновении повреждений в двигателе. Если измеренное количество прорывающихся газов превышает максимально допустимое значение, двигатель автоматически отключается. Это позволяет избежать серьезных и дорогостоящих повреждений двигателя [9, 10].

Наличие у поршневых колец внутренних углов или фасок приводит к скручиванию колец в напряженном, установленном состоянии. Кольца в ненапряженном состоянии (на поршне, не установленном в двигатель) не скручиваются (рис. 17а) и ровно лежат в кольцевых канавках.

В зависимости от расположения фаски или угла – у нижней или верхней кромки – различают положительное или отрицательное скручивание кольца (рис. 17б и 17в).



**Рисунок 17** – Поршневые кольца в ненапряженном состоянии:  
 (а) – скручивание пока отсутствует, (б) – положительное скручивание кольца,  
 (в) – отрицательное скручивание кольца

Положительное и отрицательное скручивание колец проявляется тогда, когда на кольцо не действует давление сгорания. Как только давление сгорания начинает действовать в кольцевой канавке, поршневое кольцо плотно прижимается к её нижней боковой поверхности, за счет чего улучшается контроль расхода масла. Для того, чтобы обеспечивалась успешная приработка и дальнейшее оптимальное уплотнение, поршневые кольца должны свободно вращаться в кольцевых канавках. Вращение колец возникает как благодаря хонингованию (перекрестное шлифование), так и в результате качания поршней в верхней и нижней мертвых точках [10].

Кольца совершают радиальные движения в результате движения поршня внутри цилиндра, при котором он соприкасается то с одной, то с другой стенкой цилиндра (перекладка поршня). Это происходит как в верхней, так и в нижней мертвых точках положения поршня. В результате кольца совершают в кольцевых канавках радиальное движение [15, 16]. Это приводит к измельчению образовавшегося слоя масляного нагара (особенно при использовании колец трапециевидного сечения), а также к вращению колец, обработанных перекрестным шлифованием.

#### Список литературы:

1. Жидков В.Е. Материалы для оборудования пищевых производств / В.Е. Жидков, В.П. Панков, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2/2(22). – С. 38–42.

2. Жидков В.Е. Металлические покрытия для повышения долговечности деталей бытовых машин / В.Е. Жидков, В.П. Панков // НаукаПарк. – 2013. – № 6(16). – С. 81–87.
3. Панков В.П. Плазменные комбинированные покрытия поршневых колец – инструмент повышения ресурса автотракторных ДВС / В.П. Панков, А.И. Шаталов, В.Е. Жидков // Автомобильная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 32–36.
4. Панков В.П. Исследование износостойкости и задиростойкости плазменных металлокерамических покрытий цилиндропоршневой группы автотракторной техники / В.П. Панков, В.Е. Жидков // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2014. – № 1. – С. 27–30.
5. Панков В.П. Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.
6. Панков В.П. Плазменные покрытия поршневых колец автотракторной техники / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. – № 4(124). – С. 37–42.
7. Жидков В.Е. Оптимизация процесса нанесения покрытий на клапана и поршневые кольца автотракторной техники / В.Е. Жидков, В.П. Панков, В.А. Соловьев; Под общей научной ред. В.Е. Жидкова // В сборнике: Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Международная научно-практическая конференция. Сборник в 2-х частях. – 2014. – С. 288–292.
8. Контроль состояния поршневых колец и требования к ним / В.П. Панков, В.А. Соловьев, Л.К. Григорьян, М.Н. Худолеев; Под общей научной ред. В.Е. Жидкова // В сборнике: Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Международная научно-практическая конференция. Сборник в 2-х частях. – 2014. – С. 309–314.
9. Жидков В.Е. Обработка деталей и покрытий поверхностным пластическим деформированием / В.Е. Жидков, В.П. Панков; Под общей научной ред. В.Е. Жидкова // В сборнике: Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Международная научно-практическая конференция. Сборник в 2-х частях. – 2014. – С. 292–297.
10. Исследование режимов обработки вальцов мукомольных мельниц с нанесенным покрытием / В.П. Панков [и др.] // НаукаПарк. – 2015. – № 2(32). – С. 58–62.
11. Общая электротехника и электроника. – Часть 1. Основы электротехники : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
12. Общая электротехника и электроника. – Часть 2. Электроника и основы электрических измерений : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
13. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 16–18.

УДК 621.315.5/6, 621.78

**СТРУКТУРЫ ПОЛЕЙ В ГРАНИЧАЩИХ СРЕДАХ**  
 ◆◆◆◆  
**FIELD STRUCTURES IN BORDERING ENVIRONMENTS**

**Панков В.П.**

кандидат технических наук,  
 доцент,  
 Краснодарское высшее  
 военное авиационное училище летчиков  
 kvvaul@mil.ru

**Баженов А.В.**

кандидат технических наук,  
 профессор,  
 Северо-Кавказский федеральный университет  
 kvvaul@mil.ru

**Панков Д.В.**

Министерство обороны РФ  
 kvvaul@mil.ru

**Статкевич А.Н.**

Краснодарское высшее  
 военное авиационное училище летчиков  
 kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** Проведены исследования отраженной волны электромагнитного поля. Оценены коэффициенты отражения на границе раздела двух разнородных неидеальных сред, идеального проводника, двух разнородных идеальных диэлектриков.

**Ключевые слова:** углеволокно, плазма, покрытие, среда, электрическое поле, магнитное поле, электрический ток, диэлектрическая проницаемость.

**Pankov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
 Krasnodar Higher Military Flight School  
 kvvaul@mil.ru

**Bazenov A.V.**

PhD in Technical Sciences,  
 Professor,  
 North Caucasian Federal University  
 kvvaul@mil.ru

**Pankov D.V.**

Ministry of Defense  
 of the Russian Federation  
 kvvaul@mil.ru

**Statkevich A.N.**

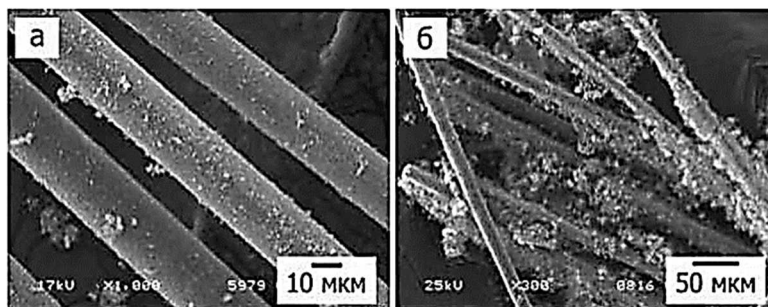
Krasnodar Higher Military Flight School  
 kvvaul@mil.ru

**Abstract.** Studies of the reflected wave of the electromagnetic field have been carried out. The reflection coefficients at the interface of two dissimilar non-ideal media, an ideal conductor, and two dissimilar ideal dielectrics are estimated.

**Keywords:** carbon fiber, plasma, coating, medium, electric field, magnetic field, electric current, permittivity.

Для придания углеродным волокнам (УВ) особых свойств и специфической активности в зависимости от их дальнейшего применения проводят обработку поверхности углеродного волокна или их модификацию различными способами [1]. В большинстве случаев для образования углеродных нанотрубок (УНТ) на поверхности углеродного волокна используют процесс CVD.

На практике, при исследовании электромагнитного поля (ЭМП), чаще всего, приходится иметь дело с различными средами, граничащими друг с другом. Примеры различных сред, рассматриваемых при научных исследованиях, рассмотрены ниже (рис. 1) [2, 3, 4, 5, 6].



**Рисунок 1** – Снимки РЭМ гибридного материала 2,5 мас. % (Ni–Cu)/УНВ/БВ:  
 а – этилен, выход УНВ – 20 %; б – этилен: Ag (1:2), выход УНВ – 50 %

При этом, как правило, границы бывают резкими: параметры одной среды скачком переходят в параметры другой. Так как уравнения Максвелла являются линейными дифференциальными уравнениями, то на такой границе они имеют бесконечное множество решений, т.е. теряют физический смысл. Возникает задача дополнить уравнения Максвелла уравнениями, связывающими векторы в различных граничащих средах.

Наибольший интерес при проведении исследований вызывает ЭМП отраженной волны. Из анализа источников [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] следуют достаточно важные выводы:

1. Коэффициенты отражения на границе раздела двух разнородных неидеальных сред ( $\sigma_1 \neq 0$ ;  $\sigma_2 \neq 0$ ) являются комплексными; на границе раздела двух разнородных идеальных сред ( $\sigma_1 = \sigma_2 = 0$  или  $\sigma_1 = 0$ ,  $\sigma_2 = \infty$ ) – вещественными. Величины модулей  $R_r$ ,  $R_b$ ,  $R_0$  и их аргументов  $\beta_r$ ,  $\beta_b$ ,  $\beta_0$  определяются электромагнитными параметрами граничащих сред, видом поляризации падающей ЭМВ и ее углом падения  $\Phi_i$ .

2. Для идеального проводника  $\dot{\rho}_c \rightarrow 0$ . Поэтому при всех значениях  $\Phi_i$   $|R_r| = |R_b|$ ;  $\beta_r = \beta_b = \pi$  (рис. 2), т.е. от поверхности идеального проводника ЭМП любой поляризации полностью отражается, изменяя при этом фазу на  $\pi$  ( $180^\circ$ ).

3. На границе раздела двух разнородных идеальных диэлектриков ( $\epsilon_{a1} \neq \epsilon_{a2}$ ,  $\mu_{a1} = \mu_{a2} = \mu_0$ ,  $\sigma_1 = \sigma_2 = 0$ ) для нормально поляризованной волны существует  $\Phi_i$ , при которой  $R_b = 0$  (рис. 3). Действительно, из формулы (4.130) следует, что  $R_b = 0$ , если  $\varphi_r + \varphi_i = 90^\circ$ , так как  $\text{tg}(\varphi_i + \varphi_r) = \text{tg}90^\circ = \infty$ . Этот угол называется углом Брюстера ( $\Phi_{i\text{бр}}$ ). Из формулы (4.130) следует, что при этом  $\Phi_i \text{БР} + \varphi_r = 90^\circ$ .

$$R_r = \frac{\sin(\varphi_r - \Phi_{i\text{бр}})}{\sin(\varphi_r + \Phi_{i\text{бр}})} = \sin(\varphi_r - \Phi_{i\text{бр}}) \neq 0. \quad (1)$$

Из 2-го закона Снеллиуса найдем, что при  $\Phi_{i\text{бр}} + \varphi_r = 90^\circ$ :

$$\frac{\sin \Phi_{i\text{бр}}}{\sin \varphi_r} = \frac{\sin \Phi_{i\text{бр}}}{\sin(90^\circ - \Phi_{i\text{бр}})} = \frac{\sin \Phi_{i\text{бр}}}{\cos \Phi_{i\text{бр}}} = \text{tg} \Phi_{i\text{бр}} = \sqrt{\frac{\epsilon_{a2}}{\epsilon_{a1}}},$$

откуда найдем, что:

$$\Phi_{i\text{бр}} = \arctg \sqrt{\epsilon_{a2} / \epsilon_{a1}}. \quad (2)$$

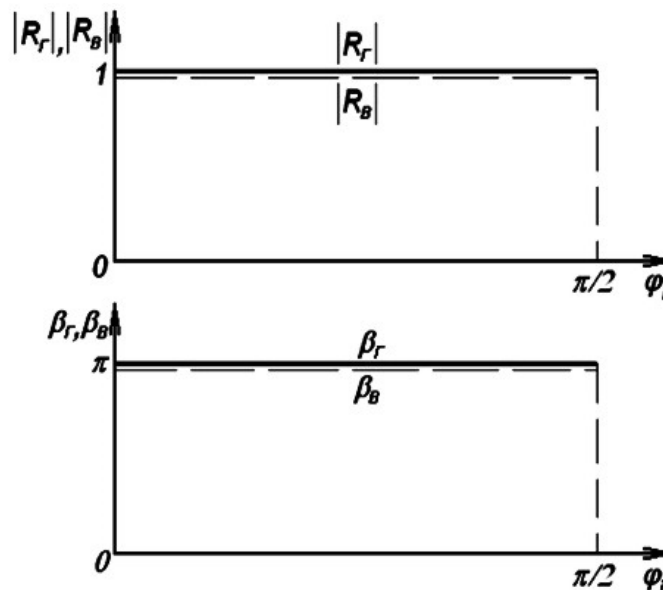


Рисунок 2 – Модуль и фаза коэффициента отражения ЭМВ от идеального проводника



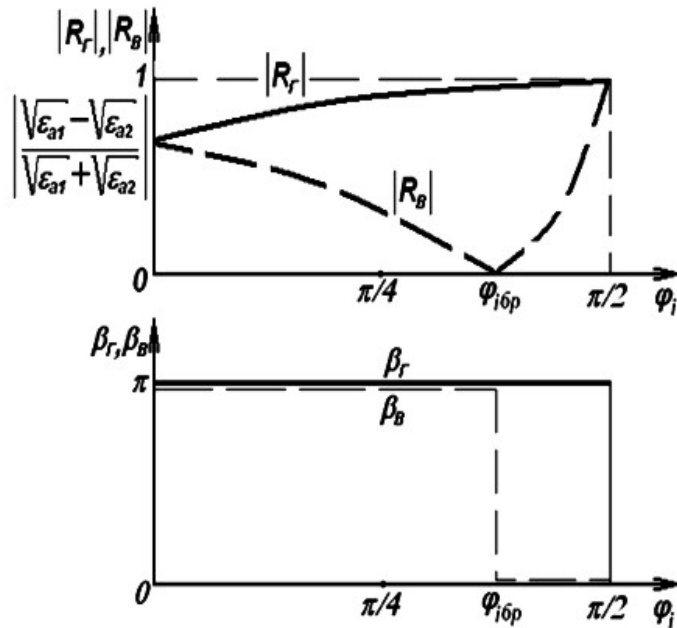


Рисунок 3 – Модуль и фаза коэффициента отражения ЭМВ на границе двух диэлектриков с  $\epsilon_{a1} < \epsilon_{a2}$

4. Зависимость модулей  $R_r$ ,  $R_b$  и их аргументов  $\beta_r$ ,  $\beta_b$  от  $\varphi_i$  при  $\epsilon_{a1} < \epsilon_{a2}$  (т.е. при переходе ЭМП из оптически менее плотной в более плотную среду) показана на рисунке 3, из которого следует:

- а) отраженная ЭМВ существует при всех значениях  $\varphi_i$  (кроме  $\varphi_i = \varphi_{iбр}$  для нормально поляризованной ЭМВ);
- б) преломленная ЭМВ существует при всех значениях  $\varphi_i$ , кроме  $\varphi_i = 90^\circ$ ;
- в) при всех значениях  $\varphi_i$  (кроме  $\varphi_i = 0, 90^\circ$ );  $|R_r| > |R_b|$ , при  $\varphi_i = 0, 90^\circ$   $|R_r| = |R_b|$ ;
- д) фаза отраженной волны касательной поляризации для всех значений  $\varphi_i$  равна  $\pi$  во всем диапазоне углов  $\varphi_i$ .

5. Зависимости модулей  $R_r$ ,  $R_b$  и их аргументов  $\beta_r$ ,  $\beta_b$  от  $\varphi_i$  при  $\epsilon_{a1} > \epsilon_{a2}$  (т.е. при переходе из оптически более плотной в менее плотную среду) показаны на рисунке 4.

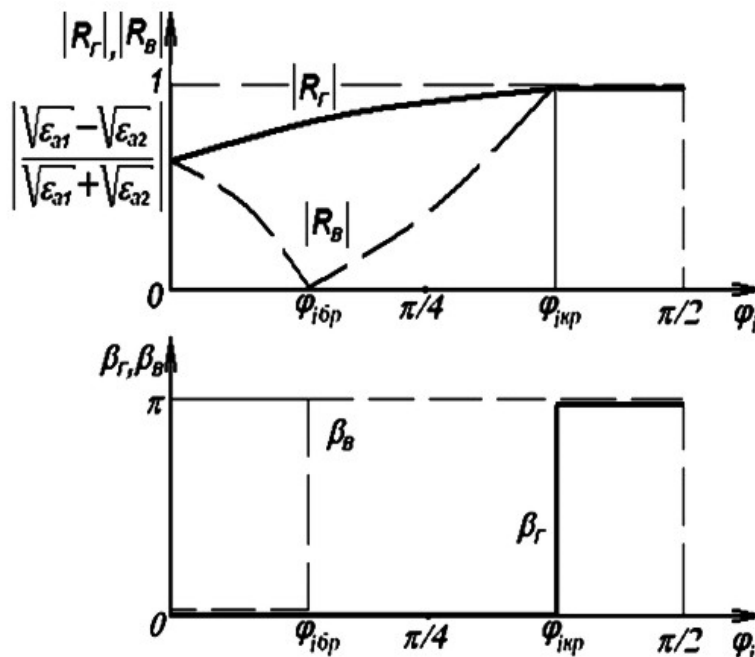


Рисунок 4 – Модуль и фаза коэффициента отражения ЭМВ на границе двух диэлектриков с  $\epsilon_{a1} > \epsilon_{a2}$

Выводы а) и б), сделанные для  $\epsilon_{a1} < \epsilon_{a2}$ , справедливы и для данного случая, отличием от предыдущего случая является: ЭМВ любой поляризации полностью отражается на границе раздела двух сред и распространяется только в первой (в оптически более плотной среде) при некотором угле  $\varphi_i = \varphi_{икр} < 90^\circ$ , который называется критическим. Из 2-го закона Снеллиуса следует, что при  $\epsilon_{a1} > \epsilon_{a2}$  всегда найдется угол  $\varphi_i = \varphi_{икр} < 90^\circ$ , при котором:

$$\sin \varphi_r = \sin \varphi_{икр} \sqrt{\frac{\epsilon_{a1}}{\epsilon_{a2}}} = 1. \quad (3)$$

Из (3) найдем, что:

$$\varphi_{икр} = \arcsin \sqrt{\frac{\epsilon_{a2}}{\epsilon_{a1}}}. \quad (4)$$

Физический смысл (4): при  $\varphi_i = \varphi_{икр} \sin \varphi_r = 1 \varphi_r = 90^\circ$ , т.е. преломленная ЭМВ распространяется вдоль границы раздела двух сред; при  $\varphi_i > \varphi_{икр}$ ,  $\sin \varphi_r > 1$ , т.е. угол  $\varphi_r$ , коэффициенты  $R_r$ ,  $R_v$  становятся комплексными величинами, а  $|R_r| = |R_v| = 1$  и ЭМВ полностью отражается на границе раздела двух идеальных диэлектриков и полностью распространяется в более плотной среде, т.е. наблюдается явление полного внутреннего отражения

Поскольку  $\arctg \sqrt{\frac{\epsilon_{a2}}{\epsilon_{a1}}} < \arcsin \sqrt{\frac{\epsilon_{a2}}{\epsilon_{a1}}}$ , то  $\varphi_{iБР} < \varphi_{икр}$ ,

однако подстановка  $\varphi_i \geq \varphi_{икр}$  в формулы  $r_r$  и  $r_v$  не приведет к равенству  $r_r = r_v = 0$ , т.е. при полном отражении ЭМВ на границе раздела, преломленная ЭМВ во второй среде также существует. Это кажущееся парадоксальным явление будет рассмотрено ниже.

Фаза отраженной ЭМВ меняется скачком с нуля на  $\pi$ : при  $\varphi_i = \varphi_{iБР}$  – для волны нормальной поляризации и при  $\varphi_i = \varphi_{икр}$  для волны касательной поляризации [14, 15].

Для упрощения анализа рассмотрим случай падения плоской ЭМВ на границу раздела идеального диэлектрика ( $\sigma = 0$ ) и идеального проводника ( $\sigma = \infty$ ), схематично изображенный на рисунке 5. Для волны касательной поляризации на границе раздела должны выполняться следующие граничные условия.

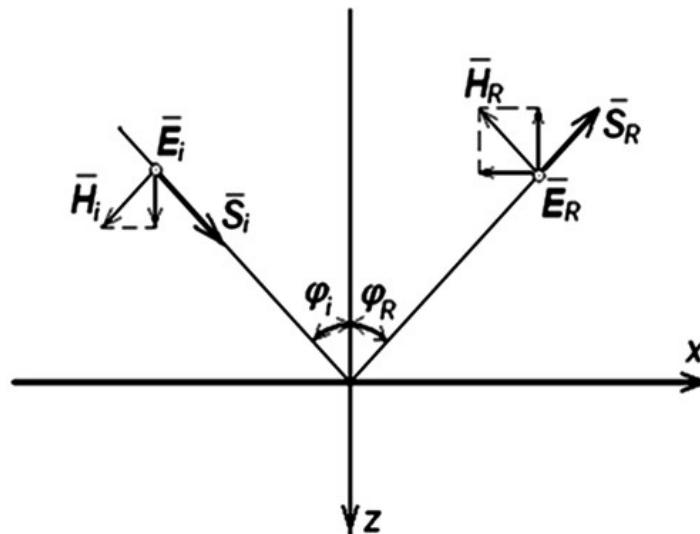


Рисунок 5 – Падение волны касательной поляризации на идеальный диэлектрик

$$\begin{aligned} E_{\tau} &= 0, \\ D_n &= \rho_s, \\ H_n &= 0, \\ H_{\tau} &= J_s. \end{aligned} \quad (5)$$

При любом угле падения  $\dot{R}_T = 1$ ,  $\dot{i}_T = 0$ , следовательно, поле во второй среде отсутствует, а поле в первой среде есть результат интерференции поля падающей и отраженной волн.

Граничные условия требуют, чтобы в отраженной волне тангенциальная составляющая электрического поля и нормальная составляющая магнитного поля приобрели фазовый сдвиг, равный  $\pi$ .

Комплексные амплитуды векторов магнитного поля падающей и отраженной волн с учетом (5) определяются выражениями:

$$\begin{aligned} \dot{\vec{H}}_i &= (\bar{x}^0 \dot{H}_{ix} + \bar{z}^0 \dot{H}_{iz}) e^{jk_1(-x \cdot \sin \varphi_i + z \cdot \cos \varphi_i)}, \\ \dot{\vec{H}}_R &= (\bar{x}^0 \dot{H}_{Rx} - \bar{z}^0 \dot{H}_{Rz}) e^{-jk_1(x \cdot \sin \varphi_R + z \cdot \cos \varphi_R)}. \end{aligned} \quad (6)$$

Результирующая напряженность поля в первой среде с учетом того, что  $R_T = 1$ ,  $H_{R0} = R_T \cdot H_{i0} = H_{i0}$ ,  $\varphi_i = \varphi_R$ , равна:

$$\begin{aligned} \dot{\vec{H}}_p &= \dot{\vec{H}}_i + \dot{\vec{H}}_R = \bar{x}^0 \dot{H}_{ix} \left[ e^{jk_1(-x \sin \varphi_i + z \cos \varphi_i)} + e^{-jk_1(x \sin \varphi_i + z \cos \varphi_i)} \right] + \\ &+ \bar{z}^0 \dot{H}_{iz} \left[ e^{jk_1(-x \sin \varphi_i + z \cos \varphi_i)} - e^{-jk_1(x \sin \varphi_i + z \cos \varphi_i)} \right] = \\ &= \bar{x}^0 2 \dot{H}_{ix} e^{-jk_x x} \cos k_z z + \bar{z}^0 2j \dot{H}_{iz} e^{-jk_x x} \sin k_z z, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $k_x = k_1 \sin \varphi_i$ ;  $k_z = k_1 \cos \varphi_i$ ;  $\dot{H}_{ix} = \dot{H}_i \cos \varphi_i$ ;  $\dot{H}_{iz} = \dot{H}_i \sin \varphi_i$ .

В соотношении (7) восстановим временную зависимость и возьмем только реальную часть. Получим выражение для мгновенного значения вектора напряженности магнитного поля в первой среде:

$$\begin{aligned} \bar{H}_p &= \bar{x}^0 H_{io} \cos \varphi_i \cdot \cos k_z z \cdot \cos(\omega t - k_x x) - \\ &- \bar{z}^0 H_{io} \sin \varphi_i \cdot \sin k_z z \cdot \cos(\omega t - k_x x). \end{aligned} \quad (8)$$

Мгновенное значение вектора  $\bar{\vec{E}}$  можно получить аналогично:

$$\bar{E}_p = \bar{y}^0 2E_i \sin k_z z \sin(\omega t - k_x x). \quad (9)$$

Из (6) – (8) видно, что результирующее поле – плоская неоднородная волна, у которой поверхность равных фаз определяется уравнением  $x = \text{const}$ , а поверхность равных амплитуд  $z = \text{const}$ .

Вдоль оси  $z$  результирующее поле имеет характер стоячей волны с узлами (т.е. точками, где напряженность поля равна нулю) электрической составляющей в точках  $z_0 = m\pi / k \cdot \cos \varphi_i$ ,  $m = 0; 1; 2; \dots$ ; ближайший к проводнику узел  $z_0 = 0$ , что соответствует граничному условию  $E_{\tau} = 0$  на поверхности проводника. Составляющая вектора  $\bar{\vec{H}}$ , определяемая первым слагаемым формулы (8) и параллельная  $Ox$  в тех же точках имеет пучности (максимумы поля). Кроме того, существует  $H_z$ , узлы и пучности которой

смещены относительно электрического поля на половину длины волны

$$\lambda_z = \frac{2\pi}{k_z} = \frac{2\pi}{k_1 \cos \varphi_i} = \frac{\lambda_1}{\cos \varphi_i} > \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{c}{f}. \quad (10)$$

Вдоль оси  $Ox$  также наблюдается пространственная периодичность поля с длиной волны:

$$\lambda_x = \frac{2\pi}{k_x} = \frac{2\pi}{k_1 \sin \varphi_i} = \frac{\lambda_1}{\sin \varphi_i} > \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{c}{f} \quad (11)$$

однако волна распространяется вдоль поверхности проводника (ось  $Ox$ ) с фазовой постоянной (коэффициентом распространения)  $k_x = k_1 \sin \varphi_i < k_1$ . Фазовая скорость этой волны вдоль поверхности:

$$V_x = \frac{\omega}{k_x} = \frac{\omega}{k_1 \sin \varphi_i} = \frac{c}{\sin \varphi_i} > c, \quad (12)$$

где  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_a \mu_a}}$  – скорость света (электромагнитной волны) в вакууме.

Таким образом, результирующая картина поля имеет характер стоячей волны вдоль направления, перпендикулярного поверхности проводника, и неоднородной бегущей со скоростью большей, чем скорость света, волны вдоль его поверхности. Заметим, что такая волна в отличие от плоской имеет составляющую вектора  $\vec{H}$ , направленную вдоль направления распространения (вдоль поверхности проводника: в данном случае  $\vec{H}_x$ ). Такие ЭМВ называют плоскими электрическими волнами (ТЕ) или волнами типа «Н» (рис. 6).

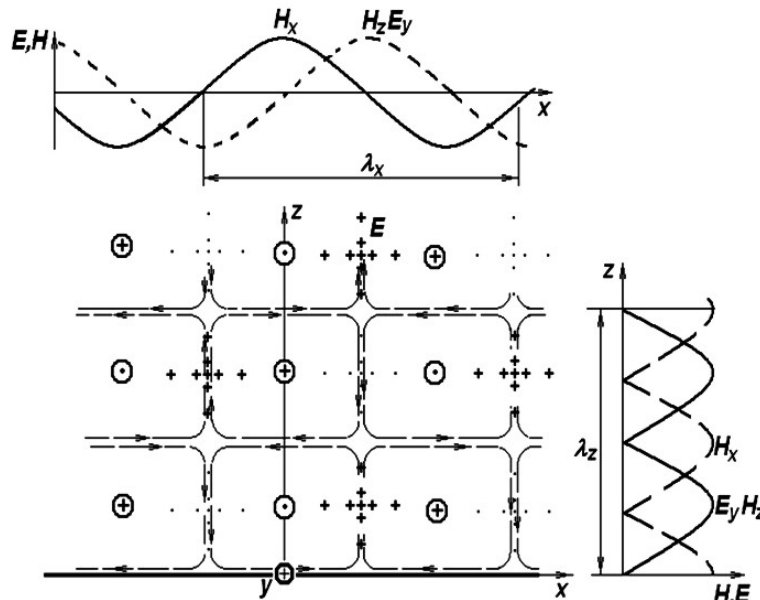


Рисунок 6 – Структура ЭМВ типа «Н»

Для упрощения графического построения следует вспомнить, что силовые линии тока смещения повторяют структуру линий вектора  $\vec{E}$  и опережают его в простран-

стве на четверть длины волны  $\frac{\lambda_x}{4}$ , а линии вектора  $\vec{H}$  замыкаются вокруг линий тока смещения по правилу правого винта (буравчика). Если на идеально проводящую поверхность будет падать ЭМВ с нормальной (перпендикулярной) поляризацией, то образуется волна, которая имеет продольную составляющую вектора  $\vec{E}$  и называется плоской магнитной (TM) или волной типа «E». По свойствам и пространственной структуре она очень похожа на волну типа «H», но векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  в ней меняются местами, а вся структура сдвигается на  $\frac{\lambda_z}{4}$  из-за другого расположения векторов относительно границы раздела согласно различным для последних граничным условиям (рис. 7).

Теперь вернемся к вопросу о структуре полей в первой и второй среде, когда обе они диэлектрики. На границе двух идеальных диэлектриков ЭМВ, падающая на границу раздела, частично отражается, а частично проходит во вторую среду, преломляясь на границе раздела.

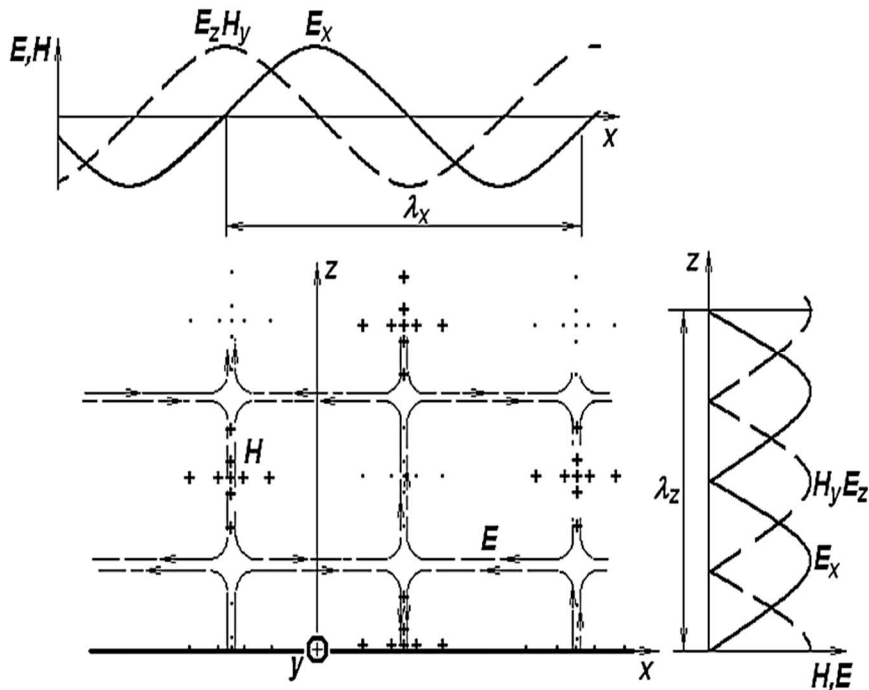


Рисунок 7 – Структура ЭМВ типа «E»

Структура поля в первой среде независимо от параметров второй среды (если только они отличны от параметров первой среды) представляет собой суперпозицию двух волн: падающей и отраженной. Так как в этом случае амплитуда отраженной волны всегда меньше, чем падающей, то и стоячая волна в первой среде образоваться не может. В первой среде образуется смешанная волна. Ее можно представить как сумму бегущей волны, амплитуда которой определяется долей энергии преломленной волны и стоячей волны, амплитуда которой зависит от отраженной энергии. Соотношение между амплитудами падающей и отраженной волн определяется величиной различия электромагнитных параметров сред. Структура такой волны напоминает рассмотренные выше, но напряженности в узлах не равны нулю, а в пучностях меньше удвоенных значений.

Во второй среде условий для отражений нет, поэтому в ней распространяется обычная плоская ЭМВ в направлении, определяемом вторым законом Снеллиуса, со скоростью, равной скорости света во второй среде.

Интересен случай полного внутреннего отражения, когда волна падает из опти-

чески более плотной среды в менее плотную ( $\epsilon_{a1} > \epsilon_{a2}$ ) под углом  $\varphi_i > \varphi_{\text{кр}}$ . В этом случае поле в первой среде ничем не отличается от поля при отражении от проводника, так как  $R_r = R_b = 1$ .

Во второй среде в этом случае преломленная волна должна распространяться под углом  $\varphi_r$ , причем  $\sin \varphi_r > 1$ . Это возможно, если только угол  $\varphi_r$  комплексный. Комплексную амплитуду вектора напряженности электрического поля преломленной волны можно определить так:

$$\begin{aligned} \dot{E}_r &= \dot{E}_{r0} e^{-jk_2(x \sin \varphi_r + z \cos \varphi_r)} = \dot{E}_{r0} e^{-jk_2(x \sin \varphi_r - j\alpha z)} = \\ &= \dot{E}_{r0} e^{-k_2 \alpha z} \cdot e^{-jk_2 x \sin \varphi_r} \end{aligned}$$

или

$$E_r(t) = E_{r0} e^{-k_2 \alpha z} \cos(\omega t - k_2 x \sin \varphi_r). \quad (13)$$

Знак косинуса мнимого угла преломления выбран так, чтобы при увеличении  $z$  не происходило неограниченного увеличения амплитуды волны, что противоречит здравому смыслу.

Таким образом, при полном внутреннем отражении поле во второй среде независимо от угла падения распространяется вдоль границы раздела. Амплитуда волны при удалении от поверхности вглубь второй среды убывает по экспоненциальному закону. Такие волны называют поверхностными. Коэффициент затухания

$k_2 \alpha = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\epsilon_1 \sin^2 \varphi_i - 1}$  зависит от частоты и может быть значительным, при этом энергия поверхностной волны концентрируется у поверхности раздела. Фазовая скорость поверхностной волны равна:

$$V_{\varphi x} = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k_2 \sin \varphi_r} \approx \frac{c}{\sin \varphi_r}. \quad (14)$$

Так как в данном случае  $\sin \varphi_r > 1$ , то  $V_{\varphi x} < c$ , где  $c$  – скорость ЭМВ (света) во второй среде, т.е. поверхностная волна является замедленной.

Оптически более плотной средой будем называть среду, для которой  $\sigma_2 \gg \sigma_1$  или  $\sigma_1 / \sigma_2 \approx 0$ . Примером таких сред служит граница раздела «воздух – реальный проводник».

Из закона преломления получаем:

$$\frac{\sin \varphi_r}{\sin \varphi_i} = \frac{\dot{\sigma}_1}{\dot{\sigma}_2} \approx 0, \text{ откуда } \varphi_r \approx 0.$$

Из вышесказанного видно, что если трактовать  $\varphi_r$  как угол преломления, то преломленная волна распространяется по нормали к границе раздела независимо от угла падения (рис. 5).

Тогда векторы поля преломленной волны касательны границе раздела. Для преломленной волны (рис. 8):

$$\dot{E}_r = \sqrt{\frac{\mu_{a2}}{\tilde{\epsilon}_{a2}}} \cdot [\dot{H}_r, \bar{z}^0], \text{ или } \dot{E}_{\tau 2} = \sqrt{\frac{\mu_{a2}}{\tilde{\epsilon}_{a2}}} \cdot [\dot{H}_{\tau 2}, \bar{z}^0]. \quad (15)$$

Согласно граничным условиям при  $z = 0$   $\dot{E}_{\tau 1} = \dot{E}_{\tau 2}$ ;  $\dot{H}_{\tau 1} = \dot{H}_{\tau 2}$ , тогда для поля первой среды:

$$\dot{\bar{E}}_{\tau 1} = \sqrt{\frac{\mu_{a2}}{\tilde{\epsilon}_{a2}}} \cdot \left[ \dot{\bar{H}}_{\tau 1}, \bar{z}^0 \right]. \quad (16)$$

В этом выражении  $\rho_2 = \sqrt{\frac{\mu_{a2}}{\tilde{\epsilon}_{a2}}} = \frac{\dot{\bar{E}}_{\tau 2}}{\dot{\bar{H}}_{\tau 2}} = \dot{z}_s = R_s + jX_s$  – поверхностное сопротивление границы раздела.

Учитывая, что  $\sigma_2 \gg 1$ , получаем:

$$\rho_2 = \sqrt{\frac{\mu_{a2}}{\tilde{\epsilon}_{a2}}} = \sqrt{\frac{\mu_{a2}}{\epsilon_{a2} - j\frac{\sigma_2}{\omega}}} \approx \sqrt{\frac{\mu_{a2}\omega}{-j\sigma_2}} \approx e^{j\frac{\pi}{4}} \sqrt{\frac{\mu_{a2}\omega}{\sigma_2}}. \quad (17)$$

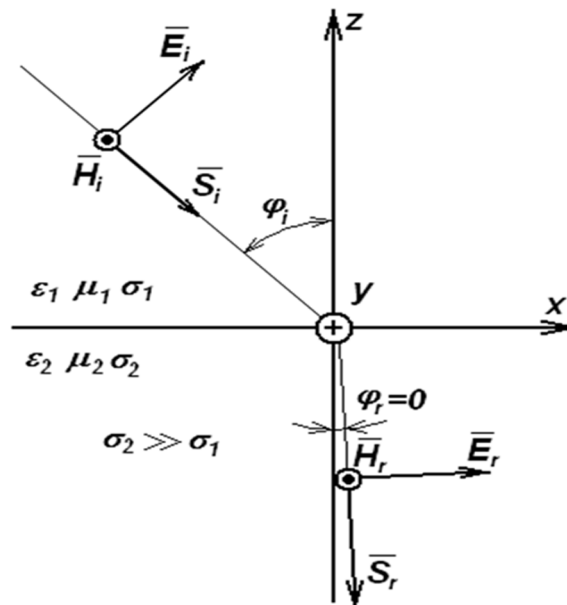


Рисунок 8 – Падение ЭМВ на границу проводника

Поле в первой среде определяется только параметрами второй среды

$$\dot{\bar{E}}_{\tau 1} = e^{j\frac{\pi}{4}} \sqrt{\frac{\mu_{a2}\omega}{\sigma_2}} \cdot \left[ \dot{\bar{H}}_{\tau 1}, \bar{z}^0 \right]. \quad (18)$$

Можно ввести активную и реактивную составляющие поверхностного сопротивления (импеданса):

$$R_s = \text{Re} \{ \dot{\rho}_s \} = \sqrt{\frac{\mu_{a2}\omega}{2\sigma_2}}; \quad X_s = \text{Im} \{ \dot{\rho}_s \} = \sqrt{\frac{\mu_{a2}\omega}{2\sigma_2}}. \quad (19)$$

Выражение (18) называют приближенным граничным условием Леонтовича–Щукина. Оно показывает, что тангенциальная составляющая на границе с реальным проводником хоть и мала, но не равна нулю. Это приводит к тому, что вектор Пойнтинга имеет нормальную составляющую:

$$S_n = \left[ \bar{E}_\tau, \bar{H}_\tau \right],$$

которая переносит энергию в толщу металла. Эта энергия превращается в тепловую,

нагревая металл. Проникновение поля в проводник вызывает в нем ток, который убывает по экспоненциальному закону при удалении от поверхности  $E_z = E_0 e^{-\alpha z}$ , где  $\alpha \approx \sqrt{\frac{\omega \sigma \mu_a}{2}}$  – постоянная затухания. Расстояние от поверхности металла, на котором поле убывает в «е» раз, называется глубиной проникновения поля в проводник:

$$d = \frac{1}{\alpha} = \sqrt{\frac{2}{\omega \sigma \mu_a}} = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu_0 \sigma}}. \quad (20)$$

Неравномерность тока по глубине называется поверхностным эффектом.

#### Список литературы:

1. Панков В.П. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.
2. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 2(146). – С. 92–96.
3. Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174–179.
4. Панков В.П. Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2015. – № 2-2(22). – С. 47–51.
5. Оценка потенциальной точности алгоритма ориентации инерциальной навигационной системы / И.П. Шепеть [и др.] // НаукаПарк. – 2015. – № 4(34). – С. 86–89.
6. Диагностика микроволновых печей / В.П. Панков, В.А. Соловьев, И.П. Шепеть, А.В. Баженов // НаукаПарк. – 2015. – № 2(32). – С. 62–67.
7. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне. Стационарное электрическое и магнитное поле / В.П. Панков [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова. – Краснодар, 2022. – С. 156–163.
8. Экспериментальное исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне. Электростатическое поле / В.П. Панков [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова. – Краснодар, 2022. – С. 149–155.
9. Исследование электромагнитных свойств углеродных волокон и тканей с плазменным напылением / В.П. Панков [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 144–148.
10. Панков В.П. Граничные условия для касательных составляющих векторов электромагнитного поля / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С.139–143.



**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ  
ПВО ПРОТИВНИКА ГРУППОЙ САМОЛЕТОВ**



**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF OVERCOMING ENEMY  
AIR DEFENSE BY A GROUP OF AIRCRAFT**

**Дорохов Д.В.**

кандидат педагогических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Патоков Б.Б.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gor.sas2020@mail.ru

**Горобчук А.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gor.sas2020@mail.ru

**Аннотация.** Актуальность исследования заключается в умении рассчитывать возможность преодоления ПВО группой ЛА, а также прогнозировать будущее успех в бою и ожидаемые потери. Целью исследования является анализ возможности выполнения боевой задачи в зоне действия ПВО средней и большей дальности противника. Объект исследования – состояние группы самолётов в зоне действия ПВО противника.

**Ключевые слова:** эффективность, ПВО, самолет.

**Dorokhov D.V.**

PhD in Pedagogical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Patokov B.B.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
gor.sas2020@mail.ru

**Gorobchuk A.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
gor.sas2020@mail.ru

**Abstract.** The relevance of the study lies in the ability to calculate the possibility of overcoming air defense by a group of aircraft, as well as to predict the future situation in combat and expected losses. The purpose of the study is to analyze the possibility of performing a combat mission in the enemy air defense zone. The object of the study is the condition of a group of aircraft in the enemy air defense zone.

**Keywords:** efficiency, air defense, aircraft.

Оценка эффективности преодоления ПВО противника является одной из основных задач, решаемых штабом (командиром) при принятии решения на боевые действия. Эта оценка производится для определения, во-первых, ожидаемых потерь в ходе боевых действий и, во-вторых, ожидаемого результата удара или потребного наряда сил и средств для выполнения поставленной боевой задачи. При известном расположении средств ПВО считаем, что по группе из  $N$  (количества) самолетов может производиться максимум «выстрелов»  $n$ , вероятность поражения самолета одним «выстрелом» равна  $W$ , противник ведет стрельбу (обстрел зенитными управляемыми ракетами) без переноса огня, распределение «выстрелов» по самолетам равномерное.

Стрельба без переноса огня заключается в том, что число «выстрелов» для поражения каждой цели определяется до начала ведения огня и при поражении данной цели, например, данной батареей ЗУР она прекращается, т.е. обстрел другой воздушной цели из данной группы самолетов не производится. Подобное положение часто имеет место, ввиду ограниченного времени пребывания группы в зоне огня данных средств ПВО противника.

При стрельбе без переноса огня наиболее вероятно равномерное распределение «выстрелов» по самолетам потому, что в этом случае обеспечивается наибольшее значение математического ожидания числа пораженных целей.

Решая задачи по оценке эффективности преодоления ПВО, полезно иметь в виду следующее:

1. При любом значении отношения  $\frac{n}{N}$  с достаточной практической точностью вероятность преодоления ПВО можно определить по приближенной формуле:

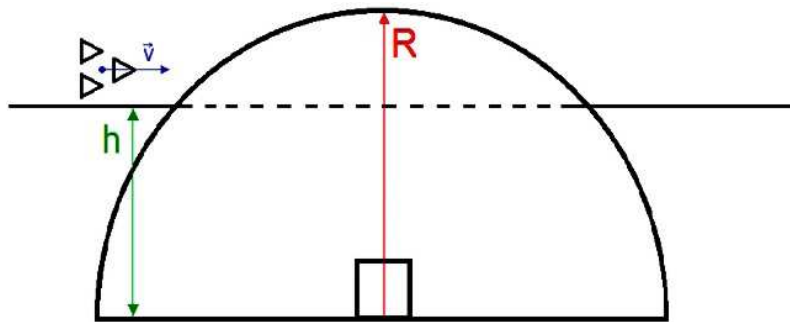
$$Q = (1 - W)^{\frac{n}{N}}.$$

2. При значениях дроби  $\frac{nW}{N}$  менее 0.2–0.3 вероятность преодоления ПВО можно определить как:

$$Q = 1 - \frac{n}{N}W.$$

Рассмотрим теорию на примере решения задачи по преодолению ПВО противника малой группой самолетов без прикрытия.

**Решение задачи:**



**Рисунок 1** – Схема преодоления ПВО противника, где  $h$  – высота полёта ЛА;  $R$  – радиус действия ЗРК противника;  $V$  – скорость полёта ЛА

**Условие:** 3 Су-34 с целью выполнения боевой задачи по уничтожению наземных командных пунктов противника пролетают через объектовую зону ПВО в состав которой входит один ЗРК «Patriot».



**Найти:** вероятность прохождения самолетов через зону действия ПВО противника и количество сбитых самолетов.

При равномерном распределении «выстрелов» по каждому самолёту будет производиться:

$$\frac{n}{N} = k + \frac{r}{N} \text{ «выстрелов»,} \quad (1)$$

где  $k$  – целое число «выстрелов», которые будут обязательно сделаны по самолёту;  $\frac{r}{N}$  – дробный остаток, представляющий вероятность того, что по самолёту будет произведён ещё один «выстрел».

Вероятность поражения ЛА одним «выстрелом» рассчитывается по формуле:

$$W = PW_1, \quad (2)$$

где  $P = 1 - PЭП$  – вероятность того, что «выстрел» состоится;  $W_1$  – условная вероятность поражения самолёта одним выстрелом; РЭП – радиоэлектронное противодействие.

Тогда вероятность преодоления ПВО каждым самолётом группы будет равна:

$$Q = (1 - W)^k \left(1 - \frac{r}{N} W\right). \quad (3)$$

Исходя из рисунка 1, 3 ЛА пролетают 34 км в зоне действия ПВО противника радиусом (R) 20 км на высоте (h) 10 км. Прохождение данного расстояния на скорости (V) 1500 км/ч занимает 1.2 минуты. За данный промежуток времени ЗРК «Patriot» выпускает 9 ракет – по три на один самолёт, РЭП Су-34 приблизительно равно 85 %, при этом вероятность поражения самолёта ракетой ЗРК «Patriot» составляет 80 %. Исходя из формулы (1):

$$\frac{9}{3} = k + \frac{r}{3},$$

откуда  $k = 2$ ,  $r = 3$ . Исходя из формулы (2):

$$W = 0.8(1 - 0.85) = 0.12.$$

Используя полученные данные по формуле (3):

$$Q = (1 - 0.12)^2 \left(1 - \frac{0.36}{3}\right) = 0.68.$$

Исходя из представленного решения, вероятность преодоления ПВО противника составляет 68 %, что говорит о необходимости принять меры обеспечения пролёта ЛА через зону поражения ЗРК (усилить средства РЭБ, оснастить ЛА тепловыми и электромагнитными ловушками, организовать поддержку наземными и воздушными средствами, попытаться уничтожить ЗРК с земли или с воздуха).

В действительности, фактическое число потерянных самолетов будет отличаться от среднего ожидаемого. Поэтому, при характеристике потерь самолетов, кроме среднего ожидаемого числа потерь самолетов, указывают еще и возможное отклонение  $\Delta N$  потерь от их среднего ожидаемого значения, которое можно ожидать с некоторой вероятностью  $P_{\Delta N}$ .

На основании теоремы Лапласа при достаточно большом составе группы число сбитых самолетов можно считать случайной величиной, подчиненной нормальному распределению с центром рассеивания, равным  $N_{сб}$ , и вероятным отклонением  $E_N = 0,675\sqrt{NQ(1 - Q)}$ .

Произведя расчёты по формуле с использованием наших условий, из трёх самолетов, вылетевших на боевое задание было сбито 0.87, что значит, что один самолёт точно будет сбит.

В заключение стоит отметить, что освещённая задача по теории боевой эффективности не имеет секретности и является одной из наработок 80-х годов.

Время неумолимо. В современных условиях совершенствуются способы и приёмы применения боевой авиации. Отечественные ВВС имеют свой колоссальный опыт в тактике применения. Авторы на примере своего исследования не только предлагают повышение эффективности применения, но и приглашают к конструктивному диалогу по данной тематике заинтересованный круг специалистов.

#### Список литературы:

1. Фендриков Н.М. Методы расчетов боевой эффективности вооружения / Фендриков Н.М., В.И. Яковлев. – М. : Военное издательство Министерства Обороны СССР, 1971. – С. 224.
2. Мильграм Ю.Г. Боевая эффективность авиационной техники и исследование операций / Ю.Г. Мильграм, И.С. Попов. – М. : Изд-е ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1970. – 500 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ  
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ



ENERGY CALCULATION OF OPTO-ELECTRONIC MEASURING SYSTEM

**Конотоп В.И.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
konotop\_wasias@mail.ru

**Воробьев Е.В.**

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
vunc-vvs-kvvaul@mail.ru

**Попов А.Ю.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
aendrup@mail.ru

**Аннотация.** Оптико-электронная система посадки в качестве источника информации использует оптические маяки. Для реализации алгоритма работы автоматической посадки необходимо обеспечить надежный канал связи оптико-электронной системы, который достигается хорошим соотношением сигнал-шум. В статье дан энергетический расчет канала связи оптико-электронной системы.

**Ключевые слова:** система технического зрения, инерциальная навигационная система, оптико-электронная система, оптический канал связи.

**Konotop V.I.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
konotop\_wasias@mail.ru

**Vorobyev E.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
vunc-vvs-kvvaul@mail.ru

**Popov A.Yu.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
aendrup@mail.ru

**Abstract.** The optoelectronic landing system uses optical beacons as a source of information. To implement the automatic landing algorithm, it is necessary to provide a reliable communication channel for the optoelectronic system, which is achieved by a good signal-to-noise ratio. The article gives an energy calculation of the communication channel of an optical-electronic system.

**Keywords:** vision system, inertial navigation system, optoelectronic system, optical communication channel.

**А**втоматизация этапа посадки воздушного судна является важной задачей на пути повышения безопасности полетов [1, 2] и перехода к беспилотным летательным аппаратам [3]. Для обеспечения прецизионной информацией о пространственном и угловом положении воздушного судна на этапе посадки была разработана оптико-электронная измерительная система [4, 5].

В оптико-электронной измерительной системе (ОЭС) используется источник излучения. В качестве источника излучения необходимо использовать лазерный полупроводник. Полупроводниковые лазеры на р-п – переходе, несмотря на имеющиеся недостатки (большая расходимость светового луча, широкий спектр излучения по сравнению с газовыми и рубиновыми лазерами, некогерентное излучение), имеют также ряд важных преимуществ перед другими лазерами. Они обладают высоким кпд (коэффициент преобразования электрической энергии в когерентный свет ~70 %), малыми размерами, простотой конструкции, большой мощностью, снимаемой с 1 см<sup>2</sup> излучающей поверхности, возможностью работы при комнатной температуре и высокой надежностью [6]. Все эти достоинства открывают широкие возможности практического применения полупроводниковых лазеров и определяют выбор именно этого типа лазера в качестве источника излучения в ОЭС.

Поскольку самолет будет перемещаться в области излучения лазерных маяков, то необходимо рассмотреть такую важную характеристику лазерного излучения как его воздействие на органы и ткани человека.

Лазерное излучение, так же как и обычный свет, может отражаться, поглощаться, рассеиваться, переизлучаться биологическими тканями. Световое излучение высокой интенсивности УФ, видимого и ИК диапазонов длин волн оказывает деструктивно действие на биологические объекты.

Процессы взаимодействия лазерного излучения с биообъектами подразделяются на три группы. К ним относятся:

- все невозмущающие взаимодействия;
- процессы, в которых проявляется фотохимическое действие;
- процессы, приводящие к фоторазрушению.

Поскольку рассматривается влияние на ткани человека, то помимо физико-химических проявлений действия лазерного излучения необходимо учитывать его влияние и на функционирование живой ткани. Это влияние определяется степенью гомеостаза живого объекта, которая характеризует состояния и процессы, обеспечивающие устойчивость организма к внешним возмущениям.

При взаимодействии света с биологическими объектами большое значение имеет длительность облучения. В этом также может проявить себя гомеостазная природа живой материи. В зависимости от длины волны и интенсивности света пороговая длительность облучения, при которой начинают происходить морфологические изменения, может быть весьма различной для одного и того же объекта. При этом в зависимости от периодичности световых импульсов возможны резонансные явления, поскольку известно, что период колебаний фотоотклика биологических систем изменяется в пределах от  $10^{-3}$  до  $10^3$  с.

Поглощение света является одной из характеристик эффективности взаимодействия света с биологическим объектом. Спектры поглощения биотканей определяются типом доминирующих поглощающих центров, так называемых хромофоров, и содержащейся в них водой.

В соответствии с этими требованиями и минимальным воздействием лазерного излучения на органы зрения необходимо использовать длину волны 1,54 мкм, т.е. ближний ИК-диапазон, для обеспечения минимального воздействия на органы зрения человека.

Рассмотрим поглощение и рассеяние излучения различных длин волн в атмосфере и определим оптимальную длину волны излучения при минимальном поглощении и рассеянии в атмосфере.

Коэффициенты поглощения можно рассчитывать на основе учета поглощения излучения данной длины волны или частоты каждой линии спектра, а также на основе моделей полос поглощения. Квантовая механика позволяет определить значение коэффициента поглощения  $k_p(\nu)$ , монохроматического коэффициента поглощения и поглощения в чисто вращательных спектрах, однако, для длин волн менее 10 мкм необходимо учитывать еще и колебательные спектры молекул, отдельных составляющих атмосферы, где важное значение имеет водяной пар. Для  $\lambda < 10$  мкм воспользуемся так называемыми моделями полос поглощения для вычисления  $k_p$  и пропускания слоя атмосферы  $\tau$ .

Результаты исследований определили наиболее сильные полосы спектров поглощения в атмосфере. Наиболее мощным поглощением обладает вода  $H_2O$ , она имеет значительные полосы, располагающиеся около 0,94; 1,1; 1,38; 1,87; 2,7; 3,2; 6,3 мкм. Наличие этих полос вызвано колебательно-вращательным движением молекул воды. Молекулы углекислого газа  $CO_2$  создают значительное поглощение: около 1,4; 1,6; 2,0; 4,3; 4,8; 5,2; 9,4; 10,4; 13,9 мкм, а молекулы озона наиболее значительно ослабляют излучение около 9,6 мкм. В совокупности эти полосы, а также полосы других слабее поглощающих компонентов ( $N_2O$ ;  $CO$ ;  $CH_4$ ;  $HDO$ ) создают так называемую картину поглощения излучения атмосферой (рис. 1), которая изменяется в зависимости от концентрации и состояния отдельных поглощающих веществ. Для расчетов ОЭП очень важно отметить наличие «окон» пропускания атмосферы.

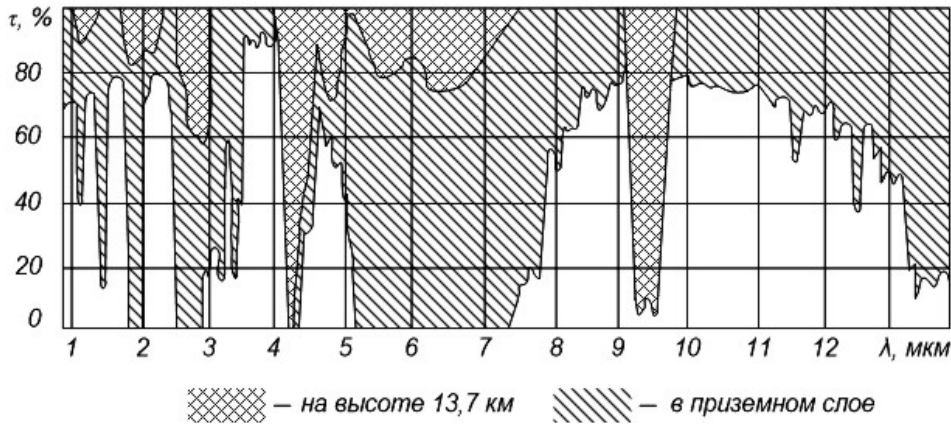


Рисунок 1 – Поглощение и пропускание излучения в атмосфере

Из графика видно, что в атмосфере приземного слоя имеются следующие «окна»: 0,95–1,05; 1,2–1,3; 1,5–1,8; 2,1–2,4 мкм. Длина волны  $\lambda = 1,54 \times 10^{-6}$  м находится в пределах одного из этих «окон».

Поглощение излучения имеет избирательный характер, проявляющийся в виде полос поглощения или их совокупности, разделенных «окнами» пропускания с незначительным поглощением, а внутри «окон» пропускания атмосферы основное ослабление излучения обусловлено рассеянием.

Перед началом проведения энергетического расчета хотелось бы отметить некоторые энергетические особенности выбранного типа источника излучения, такие как средняя мощность излучения полупроводникового лазера, равная мощности постоянного излучения и составляющая порядка одного ватта, но при этом мощность излучения в импульсе достигает мегаватт. Такая мощность излучения в импульсе значительно раздвигает рамки пространственного распространения излучения, что значительно повышает надежность приема сигнала от лазерных маяков. Для энергетического же расчета используют среднюю величину мощности излучения.

Проведем энергетический расчет лазерной измерительной системы, который предшествует расчетам параметров конструкции отдельных узлов ОЭС. Для качественной работы любой ОЭС важно обеспечить определенные энергетические соотношения между полезным сигналом, поступающим на вход прибора, и его порогом чувствительности, определяемым обычно шумами, источники которых могут быть расположены как внутри прибора (внутренние шумы), так и вне его (внешние шумы, или помехи).

Основное энергетическое уравнение оптико-электронного прибора (ОЭП) позволяет найти важнейшие габаритные параметры оптической системы (площадь входного зрачка, относительное отверстие, угловое поле и др.), определить необходимое значение порогового потока или обнаружительной способности приемника, сформулировать требования к источнику излучения. Во многих случаях энергетический расчет тесно связан с точностным расчетом прибора [7].

Важнейшие параметры ОЭП можно определить на основе анализа энергетических соотношений между сигналами, поступающими на вход прибора, и порогом чувствительности (ОЭП) – величиной минимального потока ФПоэп или освещенности ЕПоэп на входе прибора, эквивалентной уровню шумов и помех, приведенных к этому входу.

Для того, чтобы произвести предварительные расчеты оптико-электронной системы измерителя пространственного и углового положения самолета на этапе посадки, зададим идеальные условия пропускания излучения среды распространения  $\tau_c = \tau_0 = 1$ , расстояние от излучателя до приемника сигнала  $l = 2000$  м, площадь входного зрачка  $\dot{A}_{\dot{a}o} = 1,257 \times 10^{-3}$  м, энергетическую силу света  $I_e = 5,16 \times 10^{-6}$  Вт/ср и найдем энергетическую мощность излучения:

$$\Phi_{ex} = \tau_c \tau_0 I_e \frac{A_{ex}}{l^2} = 1,704 \cdot 10^{-13} \text{ Вт.} \quad (1)$$

Определим мощность излучения для идеального случая, когда  $\tau_c = \tau_0 = 1$ , мощность излучения  $P_u = 0,5$  Вт, площадь светового пятна на расстоянии  $l$  соответственно будет равна  $S = 3,838 \times 10^4$  м, при угле расхождения излучения в горизонтальной плоскости 10 град и в вертикальной плоскости 2 град. Тогда поток излучения  $\Phi_e$ , попадающий на входной зрачок, будет равен:

$$\Phi_e = E_e \cdot A_{ex} = \frac{P_u}{S} \cdot A_{ex} = \frac{0,5}{3,838 \times 10^4} \cdot 1,257 \times 10^{-3} = 1,637 \times 10^{-8} \text{ Вт.} \quad (2)$$

Величина мощности излучения достаточна для обеспечения надежного оптического канала связи между наземным источником излучения и бортовым приемником излучения, так как пороговая чувствительность современных фотоматриц равна  $1 \times 10^{-12}$  Вт, что на четыре порядка меньше мощности излучения. При этом был взят придельный случай максимального удаления от источников излучения, то есть то расстояние, с которого начинает работать лазерная измерительная система, а с приближением к точке посадки мощность, регистрируемая на фотоматрице, будет возрастать.

Мощность излучения  $\Phi_e$ , попадающая на зрачок человеческого глаза, при  $\dot{A}_{\dot{a}o} = 3,848 \times 10^{-5}$  м будет равна:

$$\Phi_e = E_e \cdot A_{ex} = \frac{P_u}{S} \cdot A_{ex} = \frac{0,5}{3,838 \times 10^4} \cdot 3,848 \times 10^{-5} = 5,014 \times 10^{-10} \text{ Вт.} \quad (3)$$

Эта величина соответствует безопасной мощности излучения для глаз человека, так как предельно-допустимые нормы для сетчатки глаза при непрерывном облучении составляют  $10^{-4} - 10^{-6}$  Вт/см<sup>2</sup> [4]. Для импульсного излучения предельная мощность облучения на несколько порядков выше [8]. Таким образом, использование лазерного источника излучения в оптико-электронной системе в импульсном режиме позволяет достичь необходимых показателей мощности излучения в лазерных маяках и получения высокого значения отношения полезного сигнала к шуму, что создает возможность получения надежного канала связи.

### Список литературы:

1. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов [и др.] // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.
2. Конотоп В.И. Повышение морально-психологической устойчивости летного состава в стрессовых ситуациях / В.И. Конотоп, В.А. Ярмыш, С.А. Бевераки // Инновационные технологии в образовательном процессе. сборник материалов XXI Всероссийской заочной научно-практической конференции. – Краснодар, 2020. – С. 94–98.
3. Гордиенко С.А. Валидность программных оболочек для диагностирования образовательных достижений национальных военных кадров / С.А. Гордиенко, А.М. Курбасов. В.И. Маркелов // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2020. – С. 127–130.
4. Бевераки С.А. Оптико-электронная измерительная система автоматизации посадки самолета / С.А. Бевераки, В.И. Конотоп, А.Ю. Попов // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 69–74.
5. Способ космической навигации и устройство для его осуществления / В.И. Конотоп, Н.М. Расолько, И.П. Шепеть, М.Н. Иванов, В.В. Онуфриенко, А.В. Захарин, Д.В. Бондаренко, С.В. Слесаренко, С.В. Кучевский, К.В. Кучевский, И.М. Иванов. Патент на изобретение RU 2378617 С1, 10.01.2010. Заявка № 2008142206/28 от 23.10.2008 г.

6. Конотоп В.И. Состояние и перспективы развития неуправляемых авиационных ракет / В.И. Конотоп, О.П. Купайлов, В.А. Ярымыш // Современное военное образование как фактор укрепления международного военносотрудничества. сборник материалов международной научно-методической конференции (посвященной 60-летию обучения иностранных курсантов и слушателей в КВВАУЛ). – Краснодар, 2020. – С. 176–182.
7. Программируемый таймер технической диагностики / А.А. Пузиков, А.П. Старишкин, С.В. Ипполитов, М.В. Киргинцев, В.И. Конотоп, В.Л. Кучевский / Патент на полезную модель RU 121398 U1, 20.10.2012. Заявка № 2011146172/07 от 14.11.2011 г.
8. Культурмиди К.П. Алгоритм измерения дальности и скорости в импульсно-доплеровской РЛС на средних частотах повторения импульсов / К.П. Культурмиди, В.Т. Янковский // Радиотехника. – М. : 2009. – № 6. – С. 101–106.
9. Общая электротехника и электроника. – Часть 1. Основы электротехники : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
10. Общая электротехника и электроника. – Часть 2. Электроника и основы электрических измерений : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
11. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 16–18.



**АВИАНЕСУЩИЙ ЭКРАНОПЛАН**  
◆◆◆◆  
**AIRCRAFT CARRIER EKRANOPLAN**

**Патоков Б.Б.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gor.sas2020@mail.ru

**Горобчук А.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gor.sas2020@mail.ru

**Сотников С.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gor.sas2020@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются преимущества, конструктивные особенности и рациональные предложения по разработке перспективных экранопланов, способных выполнять полный комплект функций авианосца.

**Ключевые слова:** экраноплан, самолёт, эксплуатация, экранный полет.

**Patokov B.B.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
gor.sas2020@mail.ru

**Gorobchuk A.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
gor.sas2020@mail.ru

**Sotnikov S.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
gor.sas2020@mail.ru

**Abstract.** This article discusses the advantages, design features and rational proposals for the development of promising ekranoplanes capable of performing a full set of aircraft carrier functions.

**Keywords:** ekranoplan, aircraft, operation, screen flight.

**А**вианесущий экраноплан представляет собой морское авиационное средство транспортировки и размещения частей морской авиации в виде перспективной замены авианосцев за счёт своей малогабаритности, манёвренности и большей скорости.

**АЭ (ГК-6)** является продолжением развития и совершенствования транспортных и оборонных систем Российской Федерации. Он предназначен для быстрого реагирования и оперативного поражения крупных надводных и наземных целей и защиты морских соединений от нападений вероятного противника.

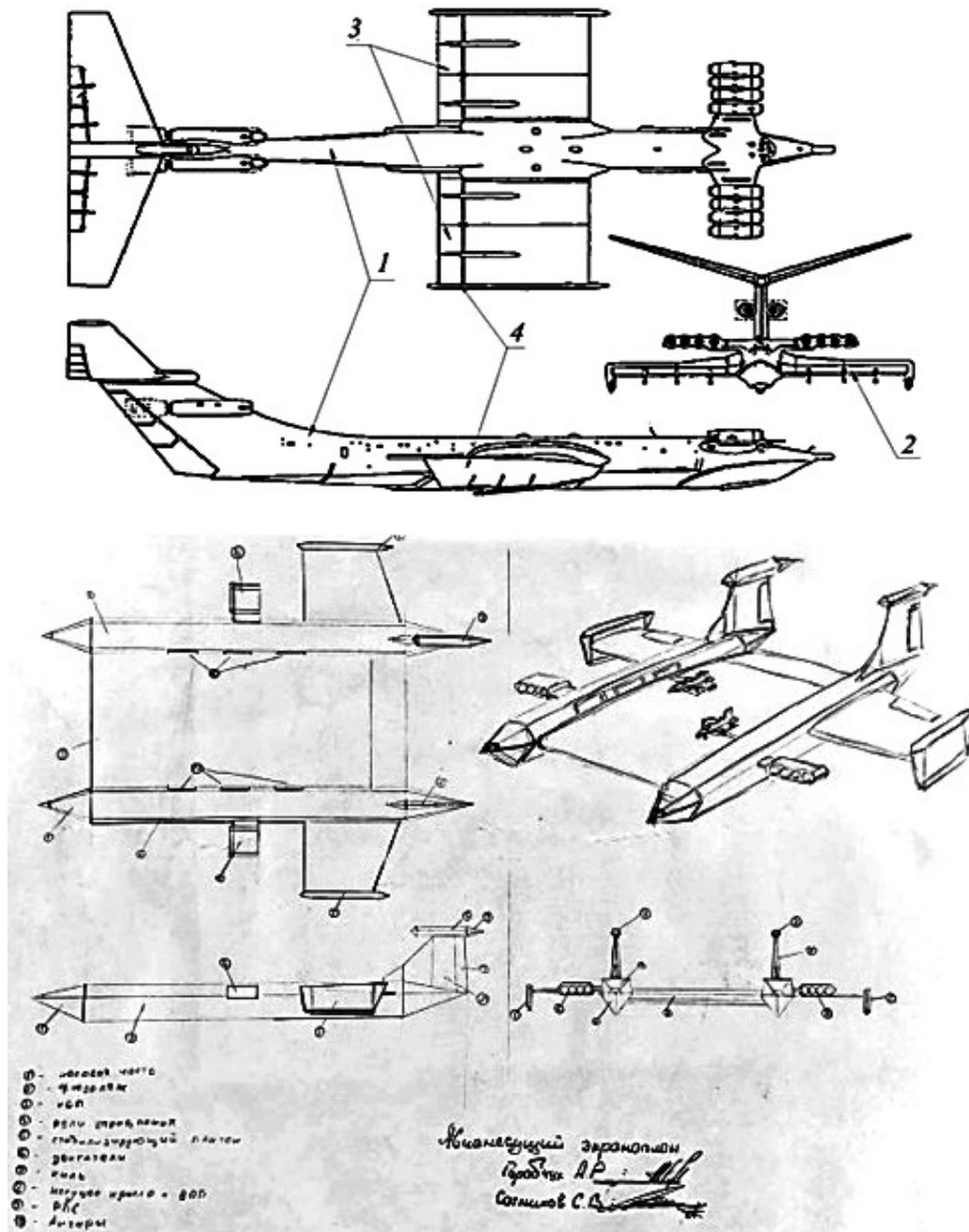
Изобретение экранопланов в 60-х годах прошлого века стало настоящим прорывом в развитии водного транспорта, однако, оно не получило дальнейшего развития в связи с определёнными политическими сложностями 90-х годов. Работы по данной тематике заметно оживились за рубежом с начала нашего столетия, на сегодняшний день их ведут более 10 стран. В Южной Корее, Китае, Иране, Германии и Сингапуре этим работам оказывается поддержка на государственном уровне. Построено более 50 экспериментальных образцов экранопланов лёгкого типа, но заметна тенденция на увеличение размеров и грузоподъемности аппаратов.

Проектирование экраноплан с точки зрения аэродинамики в значительной мере отличается от проектирования самолета и даже гидросамолётах. Полёт вблизи экрана требует наличие крыла с большой хордой, а следовательно – малого удлинения. Эксплуатация на воде предъявляет дополнительные требования к элементам конструкции. Необходимость в обеспечении амфибийности этих транспортных средств заставляет использовать взлетно-посадочные устройства, которые на самолетах практически никогда не используются, а также стоит отметить, что вопросы устойчивости экраноплан вблизи экрана решаются значительно сложнее, чем для самолета.

На рисунке показаны основные части экраноплана. По аналогии с самолетом *фюзеляж* (1) предназначается для размещения:

1. Полезной нагрузки;
2. Экипажа;
3. Основных устройств и систем.

Однако в проекте АЭ фюзеляж также является местом размещения ангаров самолетов морской авиации. Для создания подъемной силы экраноплан, также, как и самолёт, использует *несущее крыло* (2), отличающееся малым удлинением, наличием *секционированного закрылка* (3) и *концевых шайб* (4).



Секционирование закрылка связано с взлетно-посадочным режимом, когда возможно касание воды или каких-либо неровностей поверхности.

Концевые шайбы применяются с целью увеличения подъемной силы и снижения индуктивного сопротивления. Нижние поверхности шайб, как правило, выполняют в виде глиссирующих тел с реданами.

Таким образом, под несущим крылом на взлете и посадке создается камера, ограниченная шайбами и закрылками. Она используется для создания воздушной подушки посредством подачи в эту область потока воздуха со стороны передней кромки крыла.

Горизонтальное, как и вертикальное оперение имеет большие площади поверхности и служат для стабилизации и управления экранопланом во время движения. Как

и закрылки, рули высоты и направления имеют секционное строение с целью уменьшения вероятности отказа во время эксплуатации.

С целью улучшения эффективности управления двигателя оснащаются отклоняемыми соплами. Стоит учитывать, что боковой момент можно создать не только рулевыми поверхностями и отклоняемым соплом, но и регулировкой работы двигателей (если один выведен на большую тягу, чем другой, будет создаваться боковой момент).

Силовая установка АЭ относится к совмещенному типу, что подразумевает собой обеспечение смех режимов движения одной силовой установкой.

Аэрогидродинамическая компоновка (АГДК) АЭ представляет собой «составное крыло». Данная компоновка относит АЭ к экранопланам второго поколения. Несущее крыло разделено на две функциональные части, центроплан малого удлинения максимально реализует экранный эффект, а консоли обеспечивают высокое аэродинамическое качество и устойчивость экраноплана.

АЭ имеет несколько основных режимов движения:

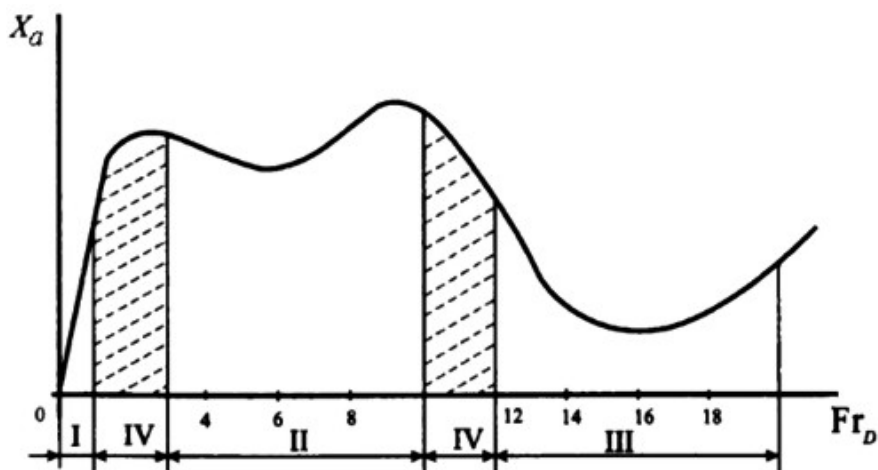
1. Плавание;
2. Взлёт и посадка;
3. Пусковой полет (полет вблизи экрана);
4. Свободный полет.

Рассмотрим режимы подробнее. Все режимы характеризуются действующими на аппарат силами. В режиме плавание – гидростатические силы, в режиме полета и пускового полета - аэродинамические, в режиме взлета и посадки - гидродинамические. Также существуют такие переходные режимы, как:

1. С плавания на глиссирование;
2. С глиссирования на полет вблизи экрана;
3. С экранного режима в свободный полет.

Для переходных режимов характерным является изменение сил, действующих на аппарат. Гидростатические силы, действующие при плавании, сменяются гидродинамическими, гидродинамические – аэродинамическими. На рисунке представлена зависимость лобового сопротивления в скоростной системе координат экраноплана от относительной скорости его движения:

1. Плавание (число Фруда  $< 1$ );
2. Глиссирование (число Фруда  $< 3$ , но  $> 12$ );
3. Полет вблизи экрана (число Фруда  $> 12$ );
4. Переходные режимы.



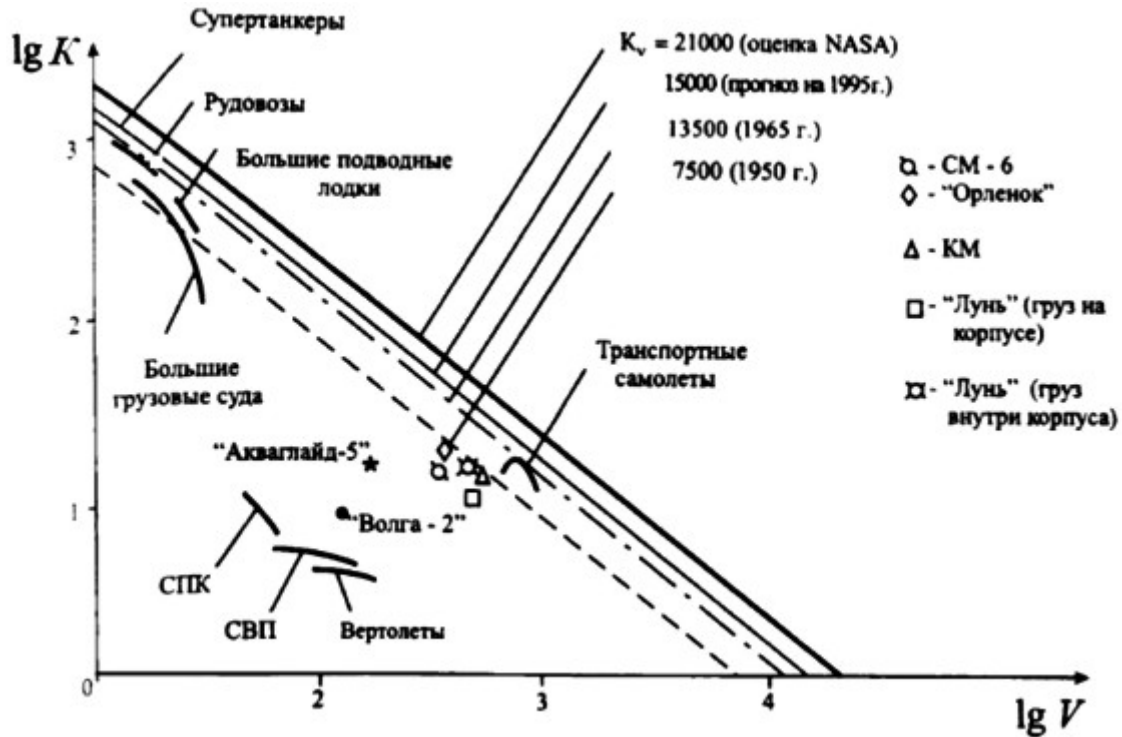
В данном случае число Фруда рассчитано по водоизмещению, как это принято в кораблестроении.

$$Fr_D = \frac{v}{\sqrt{g\sqrt{D/\rho}}}$$

где  $V$  – скорость,  $g$  – ускорение свободного падения,  $D$  – полное водоизмещение,  $\rho$  – плотность воды.

Данный график подтверждает правильность выбора пускового режима (режим, при котором разрешается производить взлёт палубной авиации с несущей поверхности АЭ) полета при полете вблизи экрана.

Если рассматривать диаграмму эффективности транспортных средств Кармана-Габриэлли, то стоит отметить подтверждение выдвигаемого преимущества АЭ перед авианосцами.



Также стоит отметить, что для эксплуатации АЭ не требуется постройка огромных верфей, портов, как для авианосца, что экономически выгоднее. Безаэродромное базирование на берегу является важным преимуществом, позволяющим добиться высокой скрытности подготовки операции.

Для более чёткого представления преимуществ АЭ перед авианосцами приведём пример.

Сравнительная таблица АЭ и тяжелого авианесущего крейсера «Адмирал Кузнецов»:

	Адмирал Кузнецов	АЭ (Изд. 4)
1	2	3
Длина, м	306	180
Ширина, м	72	100
Высота, м	56	40
Скорость, км/ч	50	400
Водоизмещение, т	55000	35000
Дальность применения, км	6160	750
Автономность, суток	45	15
Экипаж, чел	> 2000	< 500

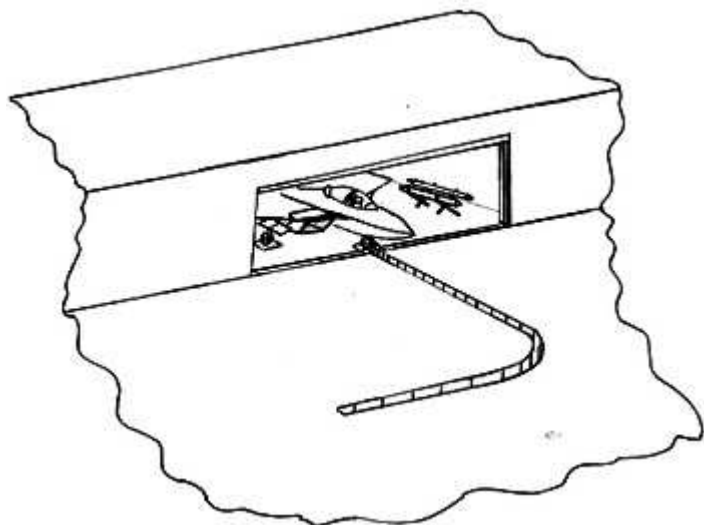
1	2	3
Авиагруппа	Истребители Су-33 и МиГ-29К или Су-25УТГ – 26–28 шт. Вертолёты РЛД Ка-31 4 шт. Вертолёты Ка-27 и Ка-29 – 18 шт.	Истребители Су-57 – 12 шт. Вертолёты РЛД Ка-31 – 2 шт. Вертолёты Ка-52 – 4 шт.
Ударное вооружение	Ракеты ПКР «Гранит-НК» П-700	Ракеты ПКР «Гранит-НК» П-700
Зенитное вооружение	ЗРК «Кинжал» ЗУР 9М330-2 ЗРАК «Кортик» ЗУР 9М311-1	ЗРК «Панцирь-С»

Исходя из таблицы, АЭ несёт на себе меньшую авиационную группу, но представляет более оперативную ударную силу, чем авианесущий крейсер за счёт скоростных характеристик экраноплана, АЭ меньше практически в два раза по длине, но больше по ширине на 35 %, но стоит учитывать, что в отличие от авианесущего крейсера, АЭ не требуется мощная, подготовленная портовая система, что увеличивает количество верфей, способных принять ударный экраноплан.

В отличие от стандартного экраноплана, на АЭ на килях устанавливаются КДП (контрольно-диспетчерские пункты), предназначенные для регулирования взлета и посадки, а также ближние полеты летательных аппаратов, входящих в состав авианесущей группировки. Данное расположение даёт хороший круговой обзор. Сама конструкция КДП представляет собой ромбообразную надстройку на киле, такая форма была выбрана с целью увеличения радиолокационной малозаметности проекта. Доступ к КДП осуществляется с помощью лестницы, находящейся в киле перед секционным рулём направления.

КДП по своим размерам приблизительно в два раза меньше пункта управления на авианосце «Адмирал Кузнецов», но двойная конструкция позволяет полностью вместить состав управления воздушным движением в КДП, что достаточно полезно для авианесущего экраноплана.

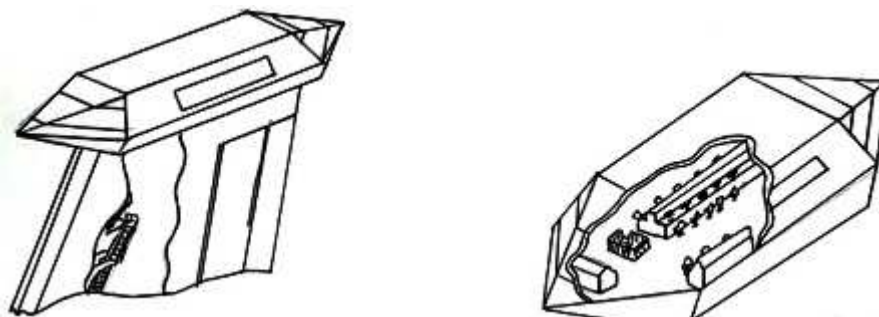
Авиационная группировка во время передвижения находится в пилонках (фюзеляжах) экраноплана, вмещающего в себя ударную группировку из 12 самолетов (Су-57/Су-33/Су-75), 4 ударных вертолётов (Ка-52) и двух вертолётов РЛД (Ка-31). Попадание самолетов/вертолётов на несущее крыло экраноплана, являющееся в тоже время ВПП, производится за счёт двигательного механизма (рельсы), на который самолёт/вертолёт цепляется в ангаре.



После открывания защитной двери Ангара летательный аппарат выкачивается на ВПП, отцепляется и производит взлёт. Но нельзя забывать, что взлёт вертолётов в отличие от самолетов, допускается не только в экранном режиме полета, но и во всех режимах за счёт отсутствия надобности в разбеге. Сам принцип взлета самолета во время экранного режима полета экраноплана показан на рисунке слева. Если переводить схему в теоретическое описание, получится: по аэродинамическому принципу обратимости при движении экраноплана на скорости 300–400

км/ч набегающий воздушный поток создаёт подъёмную силу на крыле выкаченного самолета, двигатели которого стоят на максимальном режиме работы. При отцепке летательного аппарата от несущей поверхности его «отрывает», но при быстром наборе

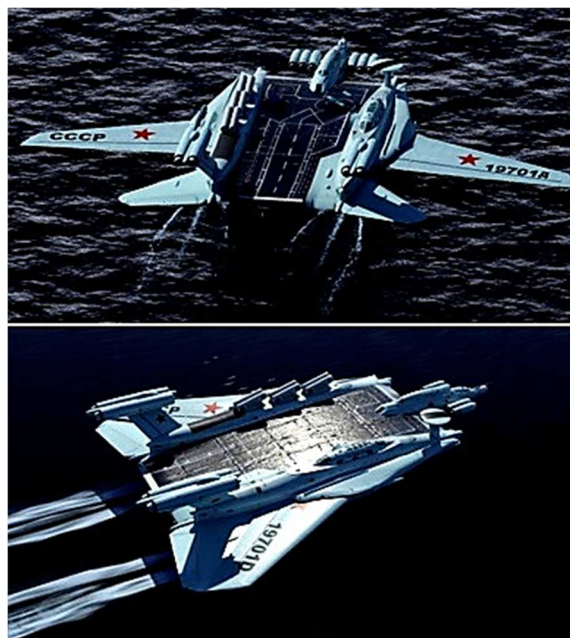
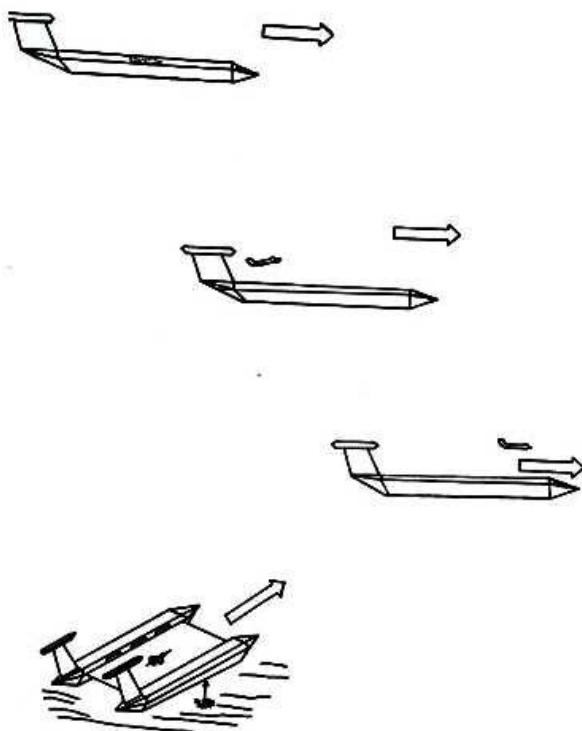
скорости он догоняет и обгоняет экраноплан, набирая высоту и выходя на полётное задание.



Посадка представляет собой два варианта:

1. Посадка на аэродром наземного или прибрежного базирования после выполнения полётного задания;

2. Возвращение на экраноплан. Данный вариант представляет собой посадку самолета во время экранного режима полета на несущую поверхность экраноплана и последующий подхват летательного аппарата цепным устройством во избежание произвольного скатывания или выкатывание самолета с ВПП.

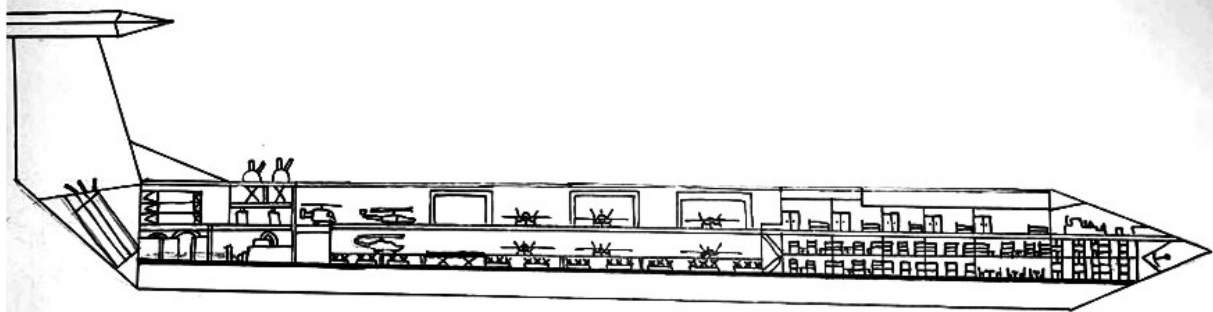


Рассмотрим размещение и внутреннюю компоновку одного пилона с целью более грамотного анализа проекта.

Пилон вмещает в себя:

1. Жилые отсеки;
2. Отсеки питания;
3. Склады;
4. Две РЛС;
5. Пункт управления экранопланов;
6. Склад вооружения;
7. 6 самолетов (по 3 на каждом этаже);
8. 3 вертолёта (2 ударных и 1 РЛД на двух этажах);
9. Технический лифт для техники;
10. Зенитно-ракетные комплексы в тыльной части пилона;

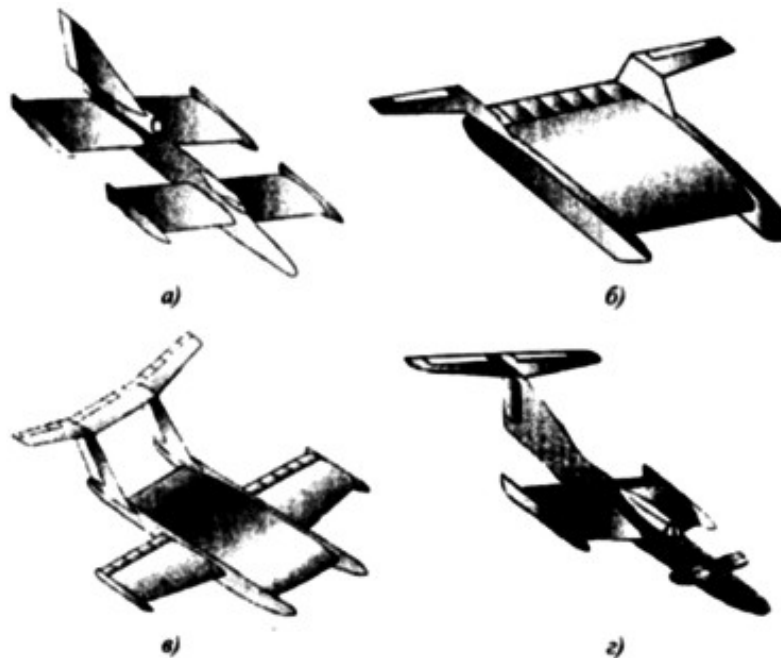
11. Склад вооружения ПВО;
12. Генераторная;
13. Баки с водой;
14. Большой бак с топливом для двигателей левой/правой стороны, находящийся в нижней части пилона.



Если говорить об аналогах, стоит отметить, что в открытых источниках мы не встретим ничего кроме красивых, но несуразных картинок. К примеру можем привести фантомный проект «Смелост», поражающий своими масштабами и заставляющий посмеяться человека, хоть немного понимающего в аэродинамике и авиастроении.

Почему я так считаю?

Первым делом стоит обратить внимание на несущие части проекта, которые являются крыльями с изменяемой геометрией крыла. Что можно сказать по этому поводу? Впрочем, ничего, кроме того, что в принципе создания экранного эффекта использование изменяемой геометрии крыла не просто несуразно, но и бессмысленно. Возможно, автор хотел показать в своём проекте компоновочную схему (в) под названием «составное крыло», но получилось достаточно неудачно.



Стоит также обратить внимание на расположение передних двигателей, явно ограничивающих возможности взлёта и посадки воздушных судов на палубу экраноплана.

Таким образом, авианесущий экраноплан АЭ (ГК-6) является универсальным средством оперативного реагирования на водном пространстве, не имеющим превосходящих по компоновке аналогов, а также летательным аппаратом, обладающим большим боевым потенциалом, что может повлиять на замену авианосцев данным проектом в будущем.

**Список литературы:**

1. Назаров Д.В. Аэродинамика летательного аппарата вблизи земли. – Самара : Издательство Самарского университета, 2019. – 120 с.
2. Карафоли Е. Аэродинамика крыла самолета. – М. : Издательство академии наук СССР, 1956. – 256 с.
3. Аэродинамика и динамика полёта : учеб. пособие / О.Ю. Бучельников [и др.]. – Краснодар, 2018.



УДК 378.147:004

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ВИДОВ ОРУЖИЯ,  
ОСНОВАННЫХ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ,  
ХИМИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ ДЕЙСТВИЯ**



**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF NEW TYPES  
OF WEAPONS, BASED ON THE USE OF PHYSICAL, CHEMICAL,  
AND ENERGY PRINCIPLES OF ACTIONS**

**Абакшин К.С.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
konivanow@yandex.ru

**Антошкина Н.С.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье изложен обзор и характеристика новых видов оружия нелетального действия, основанного на новых физических, химических и энергетических принципах применения.

**Ключевые слова:** оружие на новых физических принципах, нелетальное оружие, «грязная» бомба.

**Abakshin K.S.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
konivanow@yandex.ru

**Antoshkina N.S.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article provides an overview and characteristics of new types of non-lethal weapons, based on new physical, chemical, and energy principles of use.

**Keywords:** radiation, chemical and biological protection, foreign military specialist, «dirty» bomb.

**В** последние годы вектор развития средств вооружённой борьбы с развитием науки и современных технологий меняет своё направление. Связано это с тем, что характер современных войн в последнее время меняется. В проведении дорогостоящих крупномасштабных операций уже нет необходимости. Достаточно получить превосходство в средствах вооружённой борьбы и достижение целей будет возможно в ходе локального конфликта. В наше время для достижения своих целей совсем не обязательно применять оружие массового поражения, уничтожать противника, заражая местность радиоактивными, отравляющими или сильнодействующими ядовитыми веществами, наносить непоправимый вред природе и экологии в районах боевых действий.

На современном этапе развития науки, современных технологий и средств вооружённой борьбы, растёт возможность применения оружия нелетального действия. При этом цели наступающей стороны будут достигнуты с наименьшими потерями и практически без ущерба экологии.

Применение оружия массового поражения смертельного действия запрещено к применению международным правом как негуманное и приводящее к большим потерям, в том числе среди мирного населения. К тому же при применении оружия массового поражения всегда наступают нежелательные, в том числе и для наступающей стороны, последствия, такие как радиоактивное заражение местности в случае применения ядерного оружия, заражение больших территорий стойкими отравляющими веществами или биологическими средствами. Прежде чем применять такие виды оружия, необходимо достаточно точно прогнозировать обстановку, которая может сложиться в результате его применения, с целью оценки воздействия на свои же войска. В случае изменения определённых условий, например, метеорологических, неблагоприятная обстановка может существенно повлиять не только на войска противника, но и свои войска.

С развитием современных технологий и изменением характера войн и локальных конфликтов постепенно на первый план выходит оружие, которое не будет приводить к большим потерям личного состава, исключит отрицательное воздействие на территории, которые планируется захватить, и на свои войска.

Таким образом, в будущих конфликтах прогнозируется применение высокотехнологичных видов оружия, основанных на новых физических, химических и энергетических принципах работы.

В этом обзоре рассмотрим и охарактеризуем разработки, находящиеся в открытом доступе, новых видов оружия.

В начале обзора стоит вспомнить опыт использования в период второй мировой войны способов и технических средств психологического давления на войска противника с помощью громкоговорителей, многократно усиливающих громкость как голоса, так и специально подобранных звуков, которые при длительном применении раздражали слух противника и в итоге приводили к панике. В настоящее время этот способ психологического давления на войска противника не потерял своей актуальности. Некоторые современные экземпляры усилителей звука достигают размеров в человеческий рост и при измерении громкости достигают 150 децибел и способны обратить в бегство любого противника, услышавшего мощнейший звук. Для примера, двигатели реактивного истребителя создают звуковую волну мощностью 120 децибел, при 130 у человека возникают болевые ощущения, а при 150 – повреждения органов слуха. При применении такого акустического оружия человек теряет самообладание и способность ориентироваться, им овладевает страх, начинается головокружение, подступает тошнота. Воздействие таких импульсов на близком расстоянии может вызвать психические расстройства и даже разрушение внутренних органов. Такие устройства уже применялись для разгона несанкционированных демонстраций и при борьбе с пиратами.

Наряду с этим оружием американскими военными разработано нелетальное оружие, которое воздействием сверхвысокочастотного излучения способно «отбросить» человека. При воздействии этого излучения человек ощущает зуд и жжение по всему телу, а через несколько секунд – невыносимую боль. В результате человек впадает в панику и убегает с поля боя. Такие установки, генерирующие СВЧ излучение, могут устанавливаться как на бронетехнику, так и на летательные аппараты.

Существуют установки, которые с помощью инфразвука или акустических лучей очень низких частот заставляют сильно сжатый воздух проходить через динамики. Это создает мощный поток звуковых волн как при землетрясениях. Эти лучи могут ощущаться как физическое воздействие. В результате – нарушение работы вестибулярного аппарата, тошнота, острая желудочная боль, диарея, разрыв барабанных перепонок, внутреннее кровотечение. Эти волны могут вызывать даже разрушение зданий и сооружений.

Есть сведения о работе над «генератором глубоких ультразвуковых волн», который способен влиять на литосферу земли и вызывать землетрясения.

Помимо этого оружия существует акустическое оружие. Это генераторы инфразвука, которые не воспринимаются человеческим ухом, но это направленное микроволновое излучение позволяет вызвать в голове человека ощущение очень громкого крика, стоны терзаемых людей и животных, которое подавляет психику человека и способно создавать эффект «внутреннего голоса». Последствия воздействия этого излучения – тошнота, потеря памяти и даже попытки самоубийства.

Высокочастотное излучение способно вызывать глухоту и потерю сознания. Это излучение может применяться и из ручного излучателя, из мобильной спутниковой тарелки и из ракет дальнего действия. Они оказывают своё влияние на работу электронных устройств. В итоге – дезорганизация работы навигационных систем, телекоммуникаций и электронных сетей.

Есть оружие, использующее так называемые вихревые технологии, которые используют вихревые акустические потоки, воздействующие на полости: голову, лёгкие, живот и вызывают в них незначительные кровоизлияния. В результате личный состав кратковременно может быть выведен из строя.

Существуют разработки, основанные на использовании инфразвука. Дело в том, что человеческое ухо инфразвук не слышит, однако воспринимается как волновые колебания. Таким образом, человек может воспринимать приказы, порождаемые воздействием инфразвука, как свой собственный внутренний голос, причём у человека не возникает подозрений что им кто-то управляет. Инфразвуковые волны обладают пре-

имуществом по сравнению с другим подобным оружием, а именно слабым рассеиванием в атмосфере. Поэтому этот вид оружия может применяться на больших расстояниях от противника. В сочетании с оптическим лазерным оружием, позволяющим проецировать на небе изображения, это оружие можно использовать для создания образов религиозных исламских авторитетов (как выглядит Аллах никому не известно). Соответственно, человек, увидевший и услышавший образ Бога впадает в страх и панику. Естественно, психика человека становится подавлена и он не может сосредоточиться на выполнении поставленных перед ним задач. Такие лазерные установки были опробованы ещё в 1993 году военными США в Сомали, когда на небе был спроецирован огромный образ Христа. При виде этого зрелища этническое меньшинство одного из местных племён воевать уже не могло.

В последнее время в полицейских целях активно разрабатывались и применялись свето-шумовые средства, ослепляющие и оглушающие участников несанкционированных митингов и агрессивно настроенных болельщиков. В этих же целях спецподразделения применяли гранатомёты, отстреливающие гранаты с раздражающими веществами – эритантами. Результатом их действия были обожжённые лица людей от действия этих веществ. Их носителями так же может быть мина нелетального действия. Но может применяться и обычная мина, только вместо поражающих элементов в них – резиновые шарики или мешочки с песком [1].

Также способны вывести из строя оптические системы и электронные сенсоры в танках, самолётах, спутниках, радарных устройствах. Ослепители – взрывчатые боеприпасы, излучающие очень яркий свет, вспышку. Особенно эффективно применение таких боеприпасов ночью. Они способны ослепить даже лётчика в полёте.

Разработаны и другие ослепляющие средства, сравнимые по яркости и интенсивности с лазерными. Например, горение пиротехнических составов создаёт низкотемпературную газовую плазму, которая оказывает комбинированное действие с ослепляюще-оглушающим эффектом. Человек может ослепнуть на 20–30 секунд и потерять слух на 4–6 часов.

Низкоэнергетичный лазер способен подавлять системы управления оружием, аппаратуру разведки и связи, оптико-электронные системы наведения оружия и ослеплять снайперов. Источником такого излучения являются твердотельные химические лазеры. Такие установки довольно компактны и могут переноситься в вещевом мешке или рюкзаке военнослужащего.

Не стоит сбрасывать со счетов уже давно известное сверхвысокочастотное (СВЧ) оружие. Этот вид излучения эффективно выводит из строя радиоэлектронную аппаратуру разведки, связи, навигации и управления. Такие установки способны вызывать в головном мозге человека несуществующие звуки, шумы и свист, а также влияет на центральную нервную систему. Под действием этого излучения головной мозг выделяет химические вещества, отвечающие за поведение. Они могут вызвать симптомы различных болезней. Поэтому человек может внезапно заснуть или, наоборот, бодрствовать длительное время, а это истощает его организм. Это оружие может поражать и внутренние органы человека. А так называемые «электромагнитные пистолеты», стреляющие сгустками энергии, способны вызвать судороги, подобные эпилептическим.

Есть «тепловые пистолеты», способные за несколько секунд довести температуру тела человека до 40 градусов Цельсия и выше. Нестерпимое жжение после применения таких средств обращало бойцов в бегство. Если поначалу такие устройства были громоздкие, то сейчас такие «микроволновки» можно устанавливать на башне танка. СВЧ-генераторы могут забрасываться на территорию противника с помощью обычных боеприпасов. Однако есть и технические проблемы, состоящие в сложности получения излучения требуемой мощности при приемлемых массе, габаритах и стоимости установки.

Электромагнитные установки тоже нельзя назвать новинкой. Они активно развиваются для использования в военной сфере. В 90-х годах прошлого века были разработаны средства ПВО, основанные на воздействии сверхвысокочастотных излучений с земли на воздушные цели. При разработке этого оружия удалось создать плазменные

образования на пересечении потоков излучения от нескольких источников. Попадая в плазму, объекты разрушались из-за огромных динамических перегрузок. Применение такого оружия эффективно против авиации и межконтинентальных баллистических ракет. Образец электромагнитного оружия – отечественный комплекс «Ранец-Е» поражает электронику наземной цели, летательного аппарата или управляемого снаряда на расстоянии до 14 км, а нарушения в её работе могут быть на расстоянии до 40 км. Однако есть и недостатки у этого оружия, а именно – размер эффективно поражаемой цели не превышает 30 м в диаметре, его перезарядка занимает более 20 минут, работать по целям «Ранец» может только на открытой местности, без малейших визуальных преград.

Импульсное излучение по своему действию способно выводить аппаратуру и оборудование по такому же принципу как электромагнитный импульс при ядерном взрыве. Такие боеприпасы способны оставить без управления и связи общевойсковые подразделения в радиусе до 3,5 км. Также оно действует на все системы наведения. Основным недостатком такого оружия является большой вес и отсутствие средств доставки таких боеприпасов. Так же действуют и графитовые мины, которые применялись натовскими войсками в вооружённых конфликтах на территории Югославии и Ирака. Это оружие распыляет графитовые нити, которые вызывают короткое замыкание в электрических сетях и выводят их из строя. В итоге выходит из строя вся электроника, системы наведения, приёма и обработки информации, управления.

Технические средства, разом отключающие электронику, подобно электромагнитному импульсу ядерного взрыва есть в арсенале разных армий мира. Например, радиоэлектронные боеприпасы, поражающие технику противника сверхвысокочастотным импульсом. Разрабатываются снаряды и ракеты различной дальности со специальным электромагнитным генератором. Это так называемый эффект «выключенного рубильника». электромагнитный импульс возникает при ядерном взрыве. Взрыв создаёт кратковременный мощный импульс электромагнитного излучения в триллионы ватт! Электромагнитное поле вызывает короткие замыкания и возбуждает токи в электронных системах управления, наведения и целеуказания, как итог – выход из строя всей незащищённой электроники. Чтобы не применять ядерное оружие, разработаны преобразователи электромагнитного импульса в ракетах и бомбах. Неядерные генераторы электромагнитного импульса менее эффективны, к тому же их надо доставлять точно в район цели. Достоинство их – в большей избирательности, вместе с тем позволяет нанести урон электронным системам наведения оружия противника без применения ядерного оружия.

В конце прошлого века испытывались и успешно применялись в вооружённых конфликтах на территории Ирака и Югославии войсками НАТО «графитовые мины». Тончайшие нити из графита, распространённые по воздуху, накоротко замыкали линии электропередач и выводили из строя трансформаторы подстанций. Графит иногда заменяют хорошо проводящими электротокуглеродными или металлизированными волокнами.

В США создана магнитная микроволновая пушка «Луч боли». Она генерирует излучение, которое причиняет человеку сильную боль, но не наносит серьезных повреждений. Вспышка вызывает ощущение высокой температуры в организме и может применяться в полицейских целях.

Электрошокеры «жареные люди» используются спецподразделениями для временного выведения человека из строя, если его нужно сохранить в живых. Применяется это оружие так: из пистолета вылетают два электрода и поражают биологический объект электрическим разрядом. Есть и обратная сторона у этого оружия. Все заключается в разном болевом пороге у каждого человека и не все могут выдержать такого испытания и неизбирательности его действия. При применении этого средства в полицейских целях могут пострадать случайные люди.

Если раньше остановить наступающую боевую технику можно было только её физическим уничтожением, то в наше время существуют специальные химические вещества, которые способны остановить её с возможностью последующего восстановления. Они превращают воду и нефтепродукты в гель, что препятствует их циркуляции по

топливным и другим жидкостным магистралям. Кроме этих веществ разработаны реагенты, которые разрушают резиновые изделия, прокладки, шасси автомобилей и самолётов. При использовании клеящих составов затрудняется движение движущихся частей боевой техники. Суперкислоты, применяемые в виде аэрозолей, жидкостей, порошков и гелей эффективно разъедают не только резину, но и асфальт, крыши зданий.

Применение из пеномёта пены на основе акрила способны обездвижить и сковать целое подразделение. Дело в том, что такая пена быстро застывает и при попадании на личный состав препятствует его действиям. Применение тетрафторэтилена на открытых местах способно превратить их в скользкую как лёд поверхность, на которую не сможет приземлиться самолёт, не сможет передвигаться ни военная техника, ни личный состав.

Американцы в Сомали применяли клеящий гель, который приклеивал военнослужащих и боевую технику к поверхности земли. Такое средство способно остановить даже танк. Применение клея способно повредить стволам огнестрельного оружия и вывести их из строя.

Разработаны и испытаны боеприпасы с запахами, которые вызывают у человека отвращение и желание уйти с поля боя подальше от этих запахов. Некоторые запахи могут вызывать тошноту, рвоту, вызывать страх и даже ужас. Причём у разных национальностей и рас различная восприимчивость к разным запахам. Некоторые запахи могут действовать на человека как снотворное, либо снижать двигательную активность.

Всё чаще появляется информация о чипировании солдат для получения достоверной информации о их местоположении для оперативности управления подразделениями. А новейшие разработки компьютеризированных автоматических винтовок позволят запрограммировать боеприпасы для решения конкретных задач, что заметно повысит эффективность их применения.

Стоит несколько слов сказать о развитии уже «традиционного» вида оружия массового поражения, основанного на новых физических принципах, а именно о радиологическом. Одним из его разновидностей является кобальтовая или «грязная» бомба. Она является разновидностью ядерного оружия, которая способна создать сильное радиоактивное заражение местности даже при ядерном взрыве малой мощности. Кобальтовая бомба представляет собой термоядерный боеприпас, в котором оболочка содержит не уран-238, а кобальт. Кобальт, добываемый из земных недр, является моноизотопным элементом, и на 100 % состоит из кобальта-59. При приведении в действие эта оболочка бомбардируется нейтронами. Процессы, протекающие в результате взрыва, аналогичны процессам, протекающим на солнце. Кобальт-59 – единственный стабильный природный изотоп. Когда взрывается кобальтовая бомба нейтроны, образующиеся в результате синтеза, превращают стабильное ядро кобальта-59 в радиоактивный изотоп – кобальт-60, который в момент взрыва испаряется. С течением времени он конденсируется и под действием силы тяжести падает на землю с обломками и пылью, заражая её. Период полураспада кобальта-60 составляет 5,2 года. В результате его бета-распада образуется никель-60 в возбуждённом состоянии, который переходит в основное состояние, испуская, как правило, несколько гамма-квантов. Если применение обычного ядерного оружия можно переждать в убежищах, а потом начать восстанавливать пострадавшие территории, как это сделали японцы со своими городами, подвергшимися ядерному нападению, то в случае применения радиологического оружия это будет не так уж и просто сделать. Дело в том, что кобальтовая бомба способна заразить местность радиоактивными веществами на длительный период, исчисляющийся десятилетиями. Теоретически там можно будет находиться в течение ограниченного времени, но не жить постоянно. А если после взрыва порывы ветра будут достаточно сильными, то радиоактивные вещества разнесёт на большое расстояние. По словам американского учёного Стивена Шварца, взрыв кобальтовой бомбы в столице США может привести к заражению даже территории Канады или Мексики. Всё будет зависеть от метеорологических условий. Из-за того, что при взрыве кобальтовой бомбы будут возникать такие короткоживущие изотопы как золото-198, цинк-65, натрий-24, то длительного радиоактивного заражения от них не будет.

Лео Силард в 1950 г. впервые рассказал о концепции кобальтовой бомбы. Основным поражающим фактором кобальтовой бомбы, в отличие от ядерной, будет мак-

симальное радиоактивное заражение местности. Учёный уже тогда предположил, что арсенал кобальтовых бомб будет способен уничтожить всех людей. Так называемая «Машина Судного дня» (термоядерное взрывное устройство) способно создать кобальт-60 в таком количестве, что оно будет способно уничтожить человечество, причём без использования средств доставки. Государства (или террористические организации), обладающие таким оружием, могут использовать его как инструмент шантажа, угрожая взорвать «Машину Судного дня» на своей территории и тем самым уничтожить как своё население, так и всё остальное человечество. После взрыва радиоактивный кобальт-60 будет разнесён по всей планете атмосферными течениями за несколько месяцев. В литературе бытует такое заблуждение, что кобальтовая бомба – это чрезвычайно мощное взрывное устройство, или «суперядерная бомба», но это не совсем так. Основным поражающим фактором после взрыва кобальтовой бомбы будет не ударная волна, а радиационное загрязнение местности, так что эту бомбу ещё называют «грязной».

Активность одного грамма кобальта-60 оценивается в 41,8 ТБк (1130 Ки). Чтобы заразить всю поверхность Земли на уровне один грамм на квадратный километр, потребуется порядка 510 тонн кобальта-60. В таком случае смертельную дозу человеку можно набрать меньше чем за 10 лет.

Давайте представим, что 60 кг кобальтовый снаряд излучает мощность дозы радиоактивного излучения равную 10 Зв/ч на расстояние 100 километров. При таких обстоятельствах любой незащищённый человек получит смертельную дозу радиации за 2–3 недели. Через 5 лет, когда закончится первый период полураспада, мощность дозы радиоактивного излучения составит 5 Зв/ч, что может привести к безвозвратным потерям половину человечества за 1–2 месяца, а у выживших будет высокая вероятность лучевой болезни. Облучение в 1 Зиверт – это нижний порог развития лучевой болезни, так как начиная с этой дозы существенно слабеет иммунитет, ухудшается самочувствие, возможны кровотечения, выпадение волос и возникновение бесплодия. При дозе в 3–5 Зв, как мы уже писали, без серьёзной медицинской помощи половина пострадавших умирает в течение 1–2 месяцев, у выживших высока вероятность развития раковых заболеваний. При 6–10 Зв у человека практически полностью отмирает костный мозг, без полной его пересадки не выжить, смерть наступает в течение месяца. Доза более 10 Зв является смертельной. Кроме соматических (то есть возникающих непосредственно у облученного человека) последствий, в будущем будут возможны генетические изменения, которые будут проявляться в следующих поколениях. Также следует учитывать, что при дозе радиоактивного облучения в 0,1 Зв вероятность генных мутаций удваивается.

Официально считается, что кобальтовых бомб ещё не создали, и ни у одной страны их на вооружении нет. Небольшое количество кобальта использовалось в одном из испытаний британского ядерного устройства 14 сентября 1957 года в качестве радиохимических меток. Кобальт-60 является продуктом деления при производстве подземных и наземных ядерных взрывов, образующимся в результате нейтронной активации железа (а также кобальта и никеля) в стальных конструкциях, окружающих заряд, и в грунте, который обычно содержит несколько процентов железа. Кобальт-60 был обнаружен на земной поверхности в местах проведения подземных ядерных взрывов «Тайга», «Кратон-3», «Кристалл», «Чаган», а также на площадках Семипалатинского полигона, где проводились советские наземные ядерные и термоядерные испытания, а также на месте ядерного взрыва «Тринити» на полигоне Аламогордо (США) и на площадках испытаний французского полигона в Алжире.

В прессе появилась информация о разработке новой торпеды «Посейдон» (ранее известный как «Статус-6») – это российский проект беспилотного подводного аппарата, оснащённого ядерной энергетической установкой «Статус-6».

Впервые данные об этом беспилотнике появились весной 2020 года, когда о нём официально заявил президент Российской Федерации В.В. Путин. Оснащение вооружённых сил России будет проводиться по программе 2020–2027 годов. По предварительным данным, носителем уникального оружия станет подводная лодка «Белгород».

Торпедная ракета является роботизированной малозаметной подводной лодкой пятого поколения и относится к новой концепции аппаратов этого класса, а именно -

переход на беспилотные системы. Фактически она представляет собой маленькую подводную лодку, способную развивать высокую скорость под водой, которая в несколько раз превышает достигнутые на сегодняшний день показатели атомных подводных лодок и торпед.

Преимущество такой торпеды заключается в неограниченном радиусе действия, но для ношения такого вооружения используются только специально переоборудованные корабли.

Средств борьбы с «Посейдоном» в настоящее время нет. В конструкции применена технология «стелс», а сам размер минимизирует вероятность её обнаружения. Это делает торпеду незаметной для средств радиолокационной разведки. Реакторы и двигатели издают минимум шума, а глубина погружения составит более 1 километра, то есть новая торпеда сможет двигаться на такой глубине, на которой её невозможно выявить современными средствами разведки и поражения.

Оценивая перспективы использования такого оружия, эксперты выделяют несколько основных направлений. На сегодняшний день основным источником разрушений считается ядерный заряд, отсюда вытекают цели использования носителей ядерных зарядов. Их подход к стратегически важным точкам и объектам в прибрежной зоне сможет вызвать серьёзные разрушения и прекращение функционирования всей инфраструктуры. Дополнительным негативным фактором станет не только сам взрыв, но и его последствия, в частности, заражение радиоактивными отходами зоны поражения и образование цунами.

Предполагается, что наша разработка торпеды сможет бороться с АПЛ Соединенных Штатов, причём уничтожать их непосредственно на базах и вместе с этими базами.

Кроме того, этот образец вооружения сможет уничтожать целые авианесущие группы, так как её оснащение подразумевает борьбу с подвижными плавсредствами.

Один из предполагаемых вариантов – установка на борту кобальтовой бомбы. При этом мощность потенциального заряда оценивается в 100 мегатонн.

Размер зоны радиоактивного заражения от ядерного взрыва «Статуса-6» очень зависит от метеорологических условий, а именно – от направления и скорости ветра. Моделирование 100-мегатонного взрыва в программе «NukeMap» Алекса Веллерштайна показывает, что даже без усиления «кобальтовой бомбой» размер зоны сильного радиоактивного загрязнения будет примерно 1700 × 300 км при скорости ветра 26 км/ч.

Практическое испытание маломощных подводных ядерных взрывов в ходе операции «Crossroads» показало, что «базисная волна» из капель и пара, образовавшаяся при ядерном взрыве, становится носителем экстремальных доз радиации и, «обмыв» корабли-мишени, создала на них такую мощность дозы радиоактивного излучения, что США вынуждены были прекратить испытания с ними, так как люди не могли приблизиться ни к одному кораблю без получения значительной дозы облучения. При этом животные, размещённые на палубе, либо внутри бронированного корпуса линкоров, умирали от радиации в течение 2 дней, что показывает, что даже толстая металлическая броня не является защитой от такого количества радиации. Таким образом, информация о том, что боеголовка «Статус-6» имеет основным поражающим фактором радиоактивное заражение, совпадает с практическими испытаниями.

Проект расценивается как серьёзный фактор сдерживания продвижению Соединенных Штатов и НАТО на Восток. Некоторые эксперты заявляют, что создание такого средства, способного уничтожить целый город в прибрежной зоне, является большим риском для государства, чем отсутствие ПРО США в их современном состоянии.

В то же время торпеда в современном представлении не считается средством нападения, так как на достижение берегов противника потребуется несколько дней. Торпедная ракета – это средство нанесения ответного удара.

22 февраля 2022 года в своем выступлении Владимир Путин отметил, что Украина могла заниматься созданием «грязной» бомбы. История знает случаи, когда военные эксперты предлагали делать ставку именно на последний поражающий фактор, применив оружие, способное сделать любую территорию непригодной для жизни на длительный срок. Вместе с тем, стоит отметить, что в семидесятых годах прошлого ве-

ка концепция применения ядерного оружия Соединёнными Штатами Америки претерпела коренные изменения, когда из-за вероятности длительного заражения местности от взрыва ядерного боеприпаса, это делало крайне затруднительным ведение боевых действий на зараженной радиоактивными веществами местности, в том числе применяющей это оружие стороне вооружённого конфликта. Поэтому для исключения этого фактора было решено переходить на использование в тактических целях нейтронных боеприпасов, которые в случае их применения создают гораздо меньшее радиоактивное заражение местности. Поэтому многое зависит от целей применения этих видов вооружений.

Таким образом, в наш век развития современных технологий не стоит на месте и совершенствование средств вооружённой борьбы. Эти средства могут носить и не смертельный характер. Принципы их действия сильно отличаются от привычных видов вооружений, к применению которых готовят в военных вузах. Тем не менее, их применение позволяет достичь поставленных целей без применения оружия массового поражения. Изучение новейших средств показывает, что в современных вооружённых конфликтах совсем не обязательно уничтожать живую силу, вооружение и военную технику противника. Достаточно усложнить действия противника и получить преимущество в вооружённой борьбе. Но теперь создаётся проблема противодействия новым видам вооружений. Возникает необходимость разрабатывать средства защиты от них, проводить войсковые испытания, принимать на вооружение и обучать войска действиям в новых условиях [2].

#### **Список литературы:**

1. Поросков Н. В поисках «гуманного» оружия / Н. Поросков // Армейский сборник. – 2019. – № 1(63). – С. 74–81.
2. Дунайцев А.И. Инновационные технологии в образовательном процессе / А.И. Дунайцев, А.В. Свищёв // Материалы южнороссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2013.



УДК 378.147:004

**СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**



**THE MEANS OF INFORMATION SUPPORT OF THE EDUCATIONAL PROCESS**

**Баринов С.В.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
имени Героя Советского Союза А.К. Серова  
barinov5252@mail.ru

**Корсунов С.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
имени Героя Советского Союза А.К. Серова  
S.Korsun27@mail.ru

**Попов С.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
имени Героя Советского Союза А.К. Серова  
avi\_ator66@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены основные подходы к классификации, требованиям к содержанию, порядку разработки и использования средств информационного обеспечения учебного процесса.

**Ключевые слова:** средства информационного обеспечения учебного процесса, информатизация образования.

**Barinov S.V.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
barinov5252@mail.ru

**Korsunov S.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
S.Korsun27@mail.ru

**Popov S.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
avi\_ator66@mail.ru

**Abstract.** This article presents main approaches to classification, requirements for the content, development and usage procedure of the means of information support of the educational process.

**Keywords:** means of information support of the educational process, informatization of education.

**Р**уководство Российской Федерации уделяет большое внимание вопросам цифровизации всех сфер жизни страны, необходимости защиты российского сегмента сети интернет от внешних угроз, в том числе отключения и кибератак. 01 ноября 2019 года вступил в силу Федеральный закон от 01.05.2019 № 90-ФЗ – так называемый закон о «суверенном Рунете». 25 августа 2021 года Президент России Владимир Владимирович Путин по итогам заседания президиума Государственного совета России, утвердил перечень поручений, которые обязывают Правительство России совместно с комиссией Государственного совета России по направлению «Образование» к 01 января 2023 года обеспечить использование в дистанционных образовательных технологиях и общеобразовательных программах исключительно государственных информационных ресурсов.

В стране вводятся в действие нормативно-правовые акты по использованию электронных образовательных ресурсов (далее по тексту – ЭОР). Однако использование ЭОР в образовательной деятельности военного вуза имеет ряд ограничений, обоснованных необходимостью соблюдения требований защиты государственной тайны, таких как невозможность использования сетевых ресурсов вне специализированных классов, запрет привычных курсантам по предыдущей гражданской жизни средств выхода в интернет для получения учебной информации – смартфонов, планшетов и персональных компьютеров. Данные ограничения и специфика обучения военнослужащих делают невозможными проведение обучения в, ставшем очень популярным в связи с пандемией, онлайн формате, публикацию учебных материалов военного вуза на сетевых ресурсах.

Информационное обеспечение образовательного процесса осуществляется средствами на традиционных «бумажных» носителях (программы, тематические пла-

ны, методические разработки, планы проведения занятий и т.д.), а также на электронных носителях информации (презентации, учебные фильмы, электронные учебники и т.д.). В статье мы ограничились рассмотрением средств второго типа.

Современный процесс обучения курсантов невозможно представить без использования компьютеров, электронных учебников, локальных сетей, ресурсов интернета, мультимедийных проекторов, интерактивных досок и т.п.

До настоящего времени в Российской Федерации не существует единой нормативной базы, позволяющей классифицировать средства информационного обеспечения образовательного процесса (далее по тексту – СИОП), определить общие требования к их содержанию, порядку разработки и использованию. В данной статье излагаются наши взгляды на данную проблему.

Информатизация образования - процесс, направленный на реализацию замысла повышения качества содержания образования, проведение исследований и разработок, внедрение, сопровождение и развитие, замену традиционных технологий на более эффективные во всех видах деятельности в национальной системе образования.

Информатизация сегодня рассматривается как один из основных путей модернизации системы образования. При этом имеется в виду решение ряда последовательных задач: техническое оснащение, создание дидактических средств, разработка новых технологий обучения и т.д. [1].

Информатизация военного образования – процесс подготовки курсанта к военно-профессиональной деятельности в условиях современного динамично меняющегося мира, обучению его навыкам поиска информации и получения знаний на основе широкого применения цифровых носителей информации.

СИОП – это широкий спектр цифровых технологий, используемых для создания, передачи и распространения информации и оказания образовательных услуг (компьютерное оборудование, программное обеспечение, телефонные линии, сотовая связь, электронная почта, сотовые и спутниковые технологии, локальные сети беспроводной и кабельной связи, мультимедийные средства, а также Интернет).

Использование информационно-коммуникационных технологий в образовании невозможно без качественных средств обучения.

Существует большое количество терминов для обозначения образовательных электронных дидактических материалов. Среди них:

- информационные образовательные ресурсы (ИОР);
- электронные средства учебного назначения (ЭСУН);
- цифровые образовательные ресурсы (ЦОР);
- электронные учебные курсы (ЭУК) и др.

В учебной литературе приводятся различные определения этих понятий. Приведем некоторых из них.

Информационный образовательный ресурс – наиболее широкое понятие, охватывающее различные виды информационных ресурсов, используемых в образовании. Как средство обучения он представляет собой элемент информационной среды, в которой идет учебный процесс. Среди образовательных ресурсов различают учебную, методическую литературу, программные средства, в которых отражается некоторая предметная область и реализуется технология ее изучения, наглядные средства обучения и т.п.

Цифровой образовательный ресурс (ЦОР) – информационный образовательный ресурс, хранимый и передаваемый в цифровой форме.

Электронный учебный курс (ЭУК) – это программное приложение, обеспечивающее возможность обучаемому самостоятельно или с помощью преподавателя приобрести знания, умения и навыки по какой-либо учебной дисциплине. ЭУК может содержать также встроенные функции оценки качества усвоения знаний, умений и навыков.

Можно выделить следующие виды информационных образовательных ресурсов:

- электронные обучающие системы;
- электронные учебники;
- электронные задачки;

- электронные тренажеры, репетиторы;
- электронные лабораторные практикумы;
- электронные словари, справочники, энциклопедии;
- электронные системы тестирования и контроля знаний;
- информационные ресурсы сети Интернет – поисковые системы, интернет-каталоги, виртуальные музеи и др.

СИОП по системе обучения можно классифицировать как:

- традиционные – предназначенные для традиционной системы обучения в соответствии со стандартами и программами Министерства образования РФ в данной предметной области;
- факультативные – предназначенные для углубленной факультативной работы;
- репетиторы – предназначенные для самостоятельной работы;
- справочные – предназначенные для поиска справочной информации по предмету.

СИОП по форме обучения можно классифицировать как:

- индивидуальные – предназначенные для непосредственного взаимодействия обучающего с обучаемым;
- групповые – предназначенные для работы в группах;
- фронтальные – предназначенные для обеспечения работы обучающего сразу со всеми обучающимися в едином темпе и с общими задачами;
- коллективные – предназначенные для обеспечения работы обучающего сразу со всеми обучающимися, как с целостным коллективом со своими особенностями взаимодействия;
- парные – предназначенные для работы двух обучающихся.

СИОП по методическому назначению можно классифицировать следующим образом:

- обучающие – удовлетворяющие потребности системы обучения в формировании знаний, умений, навыков учебной или практической деятельности, обеспечении необходимого уровня усвоения учебного материала;
- тренажеры – удовлетворяющие потребности системы обучения в отработке разного рода умений и навыков, повторении или закреплении пройденного материала;
- контролирующие – служащие для измерения, контроля или самоконтроля уровня овладения учебным материалом;
- информационно-поисковые и информационно-справочные – используемые для сообщения сведений, формирования умений и навыков систематизации информации;
- демонстрационные (слайд- и видеофильмы, модели) – используемые для наглядного представления, визуализации изучаемых объектов, явлений, процессов;
- имитационные – используемые для представления определенных аспектов реальности;
- лабораторные – используемые для проведения удаленных экспериментов на реальном оборудовании;
- моделирующие – используемые для моделирования объектов, явлений, процессов с целью их исследования и изучения;
- расчетные – для автоматизации различных расчетов и других рутинных операций;
- учебно-игровые – используемые для создания учебных ситуаций, деятельность обучаемых в которых реализуется в игровой форме;
- игровые – используемые для организации досуга обучаемых, развития у них памяти, реакции, внимания и других качеств;
- коммуникационные – удовлетворяющие потребности системы обучения в организации взаимодействия педагогов, обучаемых и руководства; доступа педагогов и обучаемых к требуемым информационным ресурсам;
- интегрированные – сочетающие в себе комплекс средств, удовлетворяющих широкому спектру потребностей системы обучения.

По форме организации занятия:

- лекционные – предназначенные для работы на лекциях;
- лабораторно-практические – предназначенные для организации семинаров, лабораторных и практических работ;
- научно-исследовательские – предназначенные для осуществления научно-исследовательской работы;
- для самообучения – предназначенные для самостоятельного обучения;
- оценочные – предназначенные для организации оценочных занятий (зачет, экзамен);
- для организации конференций – предназначенные для организации обучения в рамках конференцсвязи.

По дидактическим целям обучения:

- формирующие знания – направленные на формирование базовых знаний;
- сообщающие сведения – носящие информативный характер, направленные на сообщение информации;
- формирующие умения – направленные на формирование умений и навыков;
- закрепляющие знания – направленные на закрепление базовых знаний;
- контролирующие уровень обученности – направленные на контроль уровня обученности;
- обобщающие знания – направленные на процесс обобщения имеющихся знаний;
- совершенствующие знания – направленные на расширение и углубления имеющихся знаний.

По способу воспроизведения и передачи информации:

- оригинальные учебники, УМК и т.п., изданные на бумаге;
- цифровые образовательные ресурсы:
- ресурсы, размещённые в сети Интернет;
- ресурсы, размещённые в локальной сети;
- ресурсы, размещённые на машинных носителях информации [2].

Данная классификация СИОП условна, поскольку с помощью одного и того же средства можно осуществлять контроль и обучение, демонстрацию, моделирование, обучение и тренаж и т.д. Тип СИОП указывает лишь на то, какая функция средства является основной.

Требования к СИОП можно разделить на группы: требования, имеющие отношение ко всем образовательным ресурсам (дидактические, эргономические и эстетические требования), специфические, предъявляемые к электронным образовательным ресурсам, требования защиты информации.

Построение, организация и осуществление информационного обеспечения учебного процесса, его рациональное функционирование и эффективное использование могут быть достигнуты при соблюдении определенных принципов. Наиболее важными из них являются следующие:

- полнота информационного обеспечения как возможность получения соответствующего поисковому запросу исчерпывающего ответа;
- актуальность информационного обеспечения, заключающаяся в предоставлении потребителю соответствующей условиям, приоритетной информации в кратчайшие сроки;
- точность и надежность информационного обеспечения, которые состоят в предоставлении потребителю достоверной информации, устойчивости и надёжности работы системы информационного обеспечения;
- удобство формы представления информации потребителю;
- системность информационного обеспечения, которая проявляется в удовлетворении информационных потребностей на всех этапах учебного процесса с учетом категорий потребителей, характера их информационных потребностей, специфики решаемых задач.

Применение СИОП облегчает труд педагога в процессе обучения курсантов на всех его этапах. Оно помогает совершенствовать организацию преподавания, повыша-

ет индивидуализацию обучения, а так же продуктивность самостоятельной подготовки курсантов. Благодаря СИОП увеличивается мотивация к обучению, активизируется возможность привлечения курсантов к творческой, поисковой и исследовательской деятельности.

**Список литературы:**

1. Демкин В.П. Спутниковые технологии в образовании: проблемы и перспективы / В.П. Демкин, Г.В. Можаяева. – URL : <http://vestnik.vsu.ru> (дата обращения 20.11.2022).

2. Мухин Н. Классификация информационных образовательных ресурсов в учебном процессе. – URL : <http://instudy.ru> (дата обращения 23.11.2022).

УДК 623

## ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЯДЕРНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

◆◆◆◆

### HISTORY OF NUCLEAR ROCKET ENGINES DEVELOPMENT

**Божко С.В.**

кандидат технических наук,  
профессор,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
bsvinfo60@mail.ru

**Браткова Т.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Колмаков В.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье авторами проведен анализ и рассмотрены вопросы создания и применения ядерных ракетных двигателей.

**Ключевые слова:** ядерный ракетный двигатель, перспективы развития ядерных ракетных двигателей.

**Bozhko S.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
bsvinfo60@mail.ru

**Bratkova T.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Kolmakov V.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article deals with the aspects of nuclear rocket engines development and application.

**Keywords:** nuclear rocket engines, perspectives for the development of nuclear rocket engines.

**А**томный двигатель для космических ракет – казалось бы, далекая мечта писателей-фантастов – был, оказывается, не только разработан в сверхсекретных конструкторских бюро, но и изготовлен, а затем испытан на полигонах. «Это была нетривиальная работа», – говорит генеральный конструктор Воронежского федерального государственного предприятия «КБ химавтоматики» Владимир Рачук. В его устах «нетривиальная работа» означает очень высокую оценку сделанного.

Воронежское КБ «Химавтоматика», известное также, по имени своего основателя, как «фирма Косберга», прославившееся созданием жидкостных ракетных двигателей для верхних ступеней ракет-носителей «Союз», «Протон», мощнейшего советского водородного двигателя для «Энергии», представило, наконец, советский **ЯДЕРНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ «ДАЛЬНЕКОСМИЧЕСКИХ» АМБИЦИЙ**. Жидкостные (шире химические) ракетные двигатели открыли человеку дорогу в космос – на околоземные орбиты. Но дальше двигаться на этой энергетической базе просто не имеет смысла: скорость истечения реактивной струи в них не превышает 4.5 км/с, а для межпланетных полетов нужны десятки километров в секунду. Они же не помешают и для некоторых околоземных маневров, например для изменения плоскости орбиты. А чтобы получить конечную скорость больше скорости истечения нужно, по формуле Циолковского, чтобы отбрасываемая масса была значительно больше остающейся. В свою очередь, для дальних полетов эта конечная масса тоже не маленькая...

В последствие, была выдвинута идея создания двигателя, использующего и работающего по принципам деления ядер вещества. Такие двигатели как РД-0410 и NERVA стали основными экспонатами в ознакомлении с ядерными ракетными двигателями.

**РД-0410** (Индекс ГРАУ – 11Б91, известен также как «Иргит» и «ИР-100») – первый и единственный советский ядерный ракетный двигатель. Был разработан в конструкторском бюро «Химавтоматика», Воронеж.

Реактор прошёл значительную серию испытаний, но ни разу не испытывался на полную длительность работы. Вне реакторные узлы были отработаны полностью.

**Основные параметры**

- Тяга в пустоте: 3,59 тс (35,28 кН);
- Тепловая мощность реактора: 196 МВт;
- Удельный импульс тяги в пустоте: 910 кгс·с/кг (8927 м/с);
- Число включений: 10;
- Ресурс работы: 1 час;
- Компоненты топлива: рабочее тело – жидкий водород, вспомогательное вещество – гептан;
- Масса с радиационной защитой: 2000 кг;
- Габариты реактора: высота – 800 мм, диаметр – 550 мм;
- Габариты двигателя: высота – 3,5 м, диаметр – 1,6 м (по другим данным, высота – 3,7 м, диаметр – 1,2 м);
- Годы разработки: 1965–1985.

**Конструкция**

В РД-0410 (рис. 1) был применён гетерогенный реактор на тепловых нейтронах. При таком решении материал замедлителя расположен отдельно от содержащих уран тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов), что обеспечивало возможность получения высокого удельного импульса тяги за счет повышения температуры нагрева рабочего тела при оптимальном выборе состава топливной композиции ТВЭЛов на основе тугоплавких карбидов. Замедлителем служил гидрид циркония, отражатели нейтронов – из бериллия, ядерное топливо – материал на основе карбидов урана и вольфрама, с обогащением по изотопу-235 около 90 %.

Конструкция включала в себя 37 тепловыделяющих сборок, покрытых теплоизоляцией, отделявшей их от замедлителя. Проектом предусматривалось, что поток водорода вначале проходил через отражатель и замедлитель, поддерживая их температуру на уровне комнатной, а затем поступал в активную зону, где охлаждал тепловыделяющие сборки, нагреваясь при этом до 3100К. На стенде отражатель и замедлитель охлаждались отдельным потоком водорода.



Рисунок 1

Двигатель РД-0410 работал по замкнутой схеме. Водород и гептан подавались центробежными насосами, привод которых осуществлялся осевыми турбинами. Баланс необходимой мощности насосов и имеющейся мощности турбин турбонасосных агрегатов обеспечивался при температуре водорода на входе в турбины, не превышающей допустимую для материала замедлителя реактора. Это позволяло обеспечить нагрев рабочего тела для турбины в охлаждающих трактах реактора без дополнительных ге-

нераторных тепловыделяющих сборок (ТВС). Водородный турбонасосный агрегат состоял из трехступенчатого насоса и одноступенчатой осевой турбины. Ротор состоял из двух частей: на одной расположены крыльчатки первой и второй ступени насоса, на другой – крыльчатка третьей ступени и рабочее колесо турбины. Такая конструкция ротора позволила повысить его жесткость. В агрегате использовались высокоэффективные уплотнения с плавающими кольцами и упругодемпферные опоры.

**История создания**

- **1947 год** – начало работ по проекту по предложению В.М. Иевлева, поддержанному И.В. Курчатовым, М.В. Келдышем и С.П. Королёвым;
- **1953 год** – постановление правительства о разработке «крылатых ракет с прямоточным двигателем с использованием атомной энергии»;
- **1955 год** – создание группы в НИИ-1 МАП по разработке концепции ядерных ракетных двигателей (ЯРД) во главе с В.М. Иевлевым (К.И. Артамонов, А.С. Коротеев и другие), с удельным импульсом 850–900 секунд («А») и до 2000 с («В»);
- **1956 год** – постановление правительства о «создании баллистической ракеты дальнего действия с атомным двигателем»; генеральный конструктор ракеты – С.П. Королев, двигателя – В.П. Глушко, реактора – А.И. Лейпунский, организация подготовки специалистов в МАИ – отв. инженер Н.Н. Пономарёв-Степной;
- **1958 год** – постановление правительства о создании ядерного ракетного двигателя, научное руководство поручено М.В. Келдышу, И.В. Курчатову и С.П. Королеву.
- **1958 год** – начало строительства на полигоне № 2 МО СССР (ядерный полигон в Семипалатинске) стенда с реактором и горячей лабораторией;
- **1964 год** – постановление ЦК КПСС и СМ СССР о строительстве на Семипалатинском полигоне стартового комплекса «Байкал» – испытательной базы ЯРД;
- **1966 год** – создание ЯРД 11Б91 («А»); научное руководство – Центр Келдыша (В.М. Иевлев), изготовление – КБХА (А.Д. Конопатов), ТВС ЯРД – ПНИТИ (И.И. Федик);
- **1968 год** – разработка газофазного ядерного ракетного (ГФЯР) двигателя РД-600; научное руководство – Центр Келдыша, разработка – НПО «Энергомаш», В.П. Глушко, с тягой 6 МН и удельным импульсом 2000 с;
- **1968 год** – постановление правительства о создании ГФЯР РД-600 и строительство стендовой базы «Байкал-2»;
- **1970 год** – НПО «Энергомаш», Центр Келдыша – эскизный проект космической энергоустановки с ГФЯР ЭУ-610 мощностью 3,3 ГВт;
- **1972 год** – физический пуск реактора ИВГ на комплексе «Байкал» (Н.Н. Пономарёв Степной);
- **1977 год** – окончание отработки внереакторных узлов на «холодном» двигателе;
- **27 марта 1978 года** – первый энергетический пуск первого реактора ЯРД 11Б91. Мощность: до 25 МВт (примерно 1/7 от проектной), температура водорода – до 1500 градусов Цельсия, время работы – 70 секунд;
- **июль 1978 года** – второй энергетический пуск. Достигнута мощность 33 МВт.
- август 1978 года – третий энергетический пуск. Достигнута мощность 42 МВт, температура водорода – 2630 К;
- **1980-е годы** – достигнута мощность 63 МВт, температура водорода – 2500К;
- **1988 год** – полная остановка работ по теме ЯРД 11Б91/РД0410.

В НИИхиммаш проведено более 250 испытаний на 30 «холодных двигателях» (без реактора). Была осуществлена практически полная отработка агрегатов двигателя. Максимальная отработка на одном двигателе превысила 13000 с при заданном ресурсе 3600 с.

На Семипалатинском ядерном полигоне проведены комплексные испытания агрегатов двигателя в натурных условиях на режимах 0,7–1,1 номинальной мощности, а также серия огневых испытаний реактора на газообразном водороде.

**NERVA** (рис. 2) (англ. Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application) – совместная программа Комиссии по атомной энергии США и НАСА по созданию ядерного ракетного двигателя (ЯРД), продолжавшаяся до 1972 года.



NERVA продемонстрировал, что ЯРД вполне работоспособен и подходит для исследования космоса, и в конце 1968 года SNPO подтвердил, что новейшая модификация NERVA, NRX/XE, отвечает требованиям для пилотируемого полета на Марс. Хотя двигатели NERVA были построены и испытаны в максимально возможной степени и считались готовыми к установке на космический аппарат, большая часть американской космической программы была отменена администрацией президента Никсона. NERVA была оценена АЕС, SNPO и НАСА как высокоуспешная программа, достигшая или даже превысившая свои цели. Главная цель программы заключалась в «создании технической базы для систем ядерных ракетных двигателей, которые будут использоваться в разработке и развитии двигательных установок для космических миссий». Практически все космические проекты, использующие ЯРД, основаны на конструкциях NERVA NRX или Pewee.

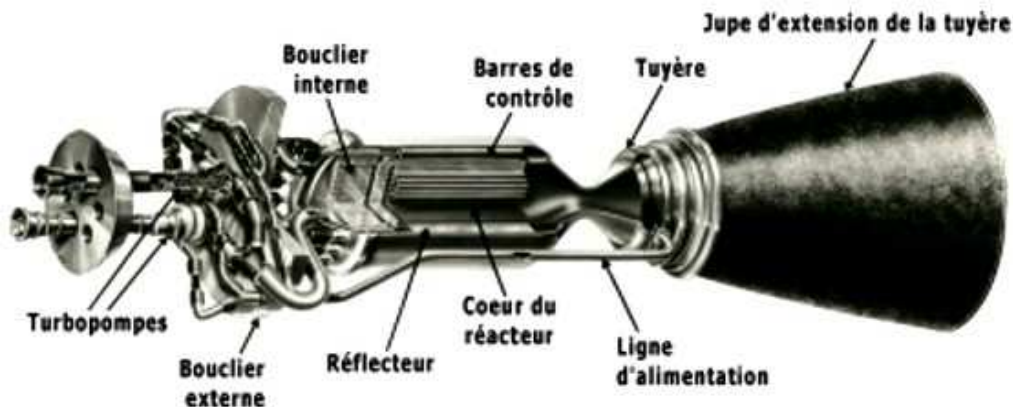


Рисунок 2

#### Основные параметры

- Диаметр: 10,55 м;
- Длина: 43,69 м;
- Сухая масса: 34019 кг;
- Полная масса: 178321 кг;
- Тяга в вакууме: 333,6 кН;
- Удельный импульс (в вакууме): 850 с (8,09 кН·с/кг);
- Удельный импульс (на уровне моря): 380 с (3,73 кН·с/кг);
- Время работы: 1200 с;
- Рабочее тело: жидкий водород;
- Двигатели: 1 Nerva-2.

#### История создания

Лос-Аламосская лаборатория начала исследования ядерных ракетных двигателей в 1952 году, ускорив их в проекте Rover в 1955, когда заместитель директора Ливерморской национальной лаборатории нашёл путь значительного сокращения веса реактора. К 1961 году, после неожиданно быстрого прогресса Rover, НАСА включило ядерные двигатели в свои планы. Маршалл планировал использовать ракету с ядерной ступенью RIFT (Reactor-In-Flight-Test) для запуска в начале 1964 года, и необходимость планирования и контроля привела к образованию Space Nuclear Propulsion Office. SNPO был сформирован таким образом, что Комиссия по атомной энергии и НАСА Должны были работать совместно, и Гарри Фингер был назначен его первым директором. Фингер принял решение отложить работы по RIFT и определил чёткие цели для ЯРД, которые должны были быть достигнуты.

Фингер выбрал фирмы Аэроджет и Вестингауз для разработки двигателя NERVA. SNPO зависел от Лос-Аламосской лаборатории, поставлявшей технологии для NERVA как часть проекта Rover. SNPO выбрал дающую 75000 фунтов тяги конструкцию ЯРД KIWI-B4, как основу для 52-дюймовой (22 фута от конца сопла) NERVA NRX (Nuclear Rocket Experimental – «ядерная ракета экспериментальная»). Вторая фаза

проекта Rover стала называться Phoebus, а третья стала известна как Pewee, продемонстрировав более высокую мощность (4000 МВт), плотность распределения мощности и более долгоживущие топлива, но эти программы не относились к NERVA. Рабочая конструкция NERVA (названная NERVA NRX) была основана на KIWI; к тому времени программа Pewee, начавшая испытываться в программе «Аполлон», была в значительной степени сокращена администрацией Никсона. Планы по отправке людей на Луну и Марс были отложены на неопределённый срок.

Почти все исследования NERVA, его проектирование и изготовление проводилось в Лос-Аламосской лаборатории. Тестирование проводилось на большой установке, специально построенной SNPO на ядерном полигоне в Неваде. Хотя в Лос-Аламосе испытали несколько двигателей KIWI и Phoebus в течение 1960-х, тестировать NERVA NRX/EST (Engine System Test) не начинали до февраля 1966 года.

Целью испытаний было:

1. Продемонстрировать возможность запуска и перезапуска двигателя без внешнего источника питания;
2. Оценить характеристики системы управления (устойчивость и управляемость режима) во время запуска, остановки, время восстановления и перезагрузки для различных начальных условий;
3. Исследовать стабильность работы системы в широком диапазоне;
4. Исследовать возможности компонентов двигателя, особенно реактора, во время переходного и установившегося состояния работы с несколькими перезапусками.

Все тестовые задачи были успешно выполнены, и первый NERVA NRX эксплуатировался в течение почти 2 часов, в том числе 28 минут на полную мощность. Он превысил время работы предыдущего реактора KIWI почти в два раза. Второй двигатель NERVA, NERVA XE, был разработан так, чтобы прийти как можно ближе к полной системе полета, вплоть до использования турбонасоса.

Компоненты, которые не влияют на производительность системы, было решено выбирать из того, что было доступно на полигоне, чтобы сохранить деньги и время, а также была добавлена радиационная защита для внешних компонентов. Двигатель был переориентирован для работы в отсеке пониженного давления, частично имитирующем работу в вакууме.

Целью испытаний NERVA NRX/EST было:

1. Продемонстрировать оперативные возможности двигателя;
2. Показать, что технологические сложности больше не являются барьером для полёта ракеты с ЯРД;
3. Продемонстрировать полностью автоматический запуск двигателя.

Цели также включали испытания нового устройства на полигоне для его квалификации и принятия. Общее время работы двигателя составило 115 минут, произведено 28 пусков. НАСА и SNPO заявили, что испытания «подтвердили, что ядерный двигатель подходит для применения космической техники и в состоянии работать с удельным импульсом в два раза большим, чем у химической системы». Двигатель считался пригодным для полёта на Марс, планировавшегося НАСА.

Программа Rover/NERVA составила 17 часов работы двигателей, включая 6 часов при температуре выше 2000 К. Хотя двигатель, турбины и бак для жидкого водорода никогда не собирались в одно устройство, NERVA считался НАСА готовой к использованию на транспорте конструкцией. В Конгрессе произошёл небольшой политический кризис, так как программа исследования Марса создавала опасность для национального бюджета. Клинтон П. Андерсон, сенатор от штата Нью-Мексико, активно защищавший программу, тяжело заболел. Линдон Б. Джонсон, ещё один мощный сторонник освоения человеком космического пространства, решил не баллотироваться на второй срок и был значительно политически ослаблен. Финансирование программы было несколько сокращено в 1969 году, а новая администрация Никсона сократила его ещё больше в 1970-м, прекратив производство ракет «Сатурн» и отменив полёты по программе «Аполлон» после «Аполлона-17». Без ракеты Saturn S-N, которая должна была выносить NERVA на орбиту, проект стал трудноосуществимым. В Лос-Аламосе продол-

жали программу Rover ещё несколько лет с двигателями Pewee и Nuclear Furnace вплоть до 1972 года.

Марсианские миссии стали причиной упадка NERVA. Члены Конгресса из обеих политических партий решили, что пилотируемый полет на Марс будет молчаливым обязательством для Соединенных Штатов в течение десятилетий поддерживать дорогостоящую космическую гонку. Ежегодно программа RIFT задерживалась и цели NERVA усложнялись. В конце концов, хотя двигатель NERVA прошёл много успешных испытаний и имел мощную поддержку Конгресса, он никогда не покидал Землю.

#### **Вывод**

Осмотрев и проанализировав историю обеих успешных в плане тестирования и создания моделей ядерного ракетного двигателя, следует подчеркнуть перспективность возобновления исследования и последующего более интенсивного развития данной отрасли ракетных двигателей. Зная впечатляющие данные результатов испытаний и наличия более совершенных технологий во взаимодействии с атомными энергоресурсами, применение атомной энергии уже не только в качестве отличного энергоресурса, но и как эффективной силовой установки уже не кажется чем-то фантастическим.

#### **Список литературы:**

1. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
2. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
3. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.
6. Захаренко Г.И. Проблема управления качеством образовательного процесса иностранных военных специалистов при изменении условий и факторов, в которых проводится обучение / Г.И. Захаренко, С.А. Гордиенко, С.А. Максимов // В сборнике: Инновационные технологии в образовательном процессе. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2017. – С. 95–98.
7. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.

**ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ –  
ДАЛЕКОЕ БУДУЩЕЕ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?**



**ION-PLASMA ENGINE – A DISTANT FUTURE OR REALITY?**

**Божко С.В.**

кандидат технических наук,  
профессор,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
Bsvinfo60@mail.ru

**Браткова Т.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Кирдяпкин А.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье анализируется возможность создания и принципы работы ионного двигателя, рассматриваются некоторые аспекты его эксплуатации и производства, а также его перспективы при дальних космических полетах.

**Ключевые слова:** ионный двигатель, виды топлива для ионного двигателя, перспективы развития технологии ионных двигателей большой мощности.

**Bozhko S.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
Bsvinfo60@mail.ru

**Bratkova T.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Kirdyapkin A.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article analyzes the possibility of ion engine development and its operating principles, discusses some aspects of its operation and production as well as its perspectives for long-range space flights.

**Keywords:** ion engine, types of fuel for the ion engine, perspectives for the development of high-power ion engines.

**В**се мы смотрели фантастические фильмы и читали интересные фантастические рассказы, где главные герои перемещаются в космосе на огромные расстояния на световых скоростях, все это было не более чем выдумка, могли подумать вы, но прогресс не стоит на месте. Человечество привыкло сталкиваться с проблемами и решать их.

**Создание ионного двигателя**

И так, когда в 1960-х годах XX века встал вопрос о освоении дальнего космоса, инженеры космической отрасли столкнулись с проблемой создания двигателей космических летательных аппаратов. Двигателей, которые создадут необходимую и достаточную тягу для разгона и которые будут способны продолжать длительную работу без дозаправки. Одним из решений этой проблемы стало создание и разработка ионного двигателя. Толчком к решению этой задачи послужило опубликование статьи «Об ускорении плазмы магнитным полем» нашим соотечественником Алексеем Ивановичем Морозовым аж еще в 1955 году. В этой статье он описал основные принципы ускорения плазмы при помощи магнитного поля, которые легли в основу создания первого рабочего прототипа. В 1964 году на советском аппарате «Зонд-2» (рис. 1) было впервые применено устройство, выведенное в космос, которое являлось плазменно-эрозионным двигателем, предшественником ионного. Он работал в качестве двигателя ориентации с питанием от солнечных батарей. Как можно заметить, применение этих технологий было осуществлено еще в прошлом веке, но только сейчас применение этой технологии как никогда актуально и перспективно.

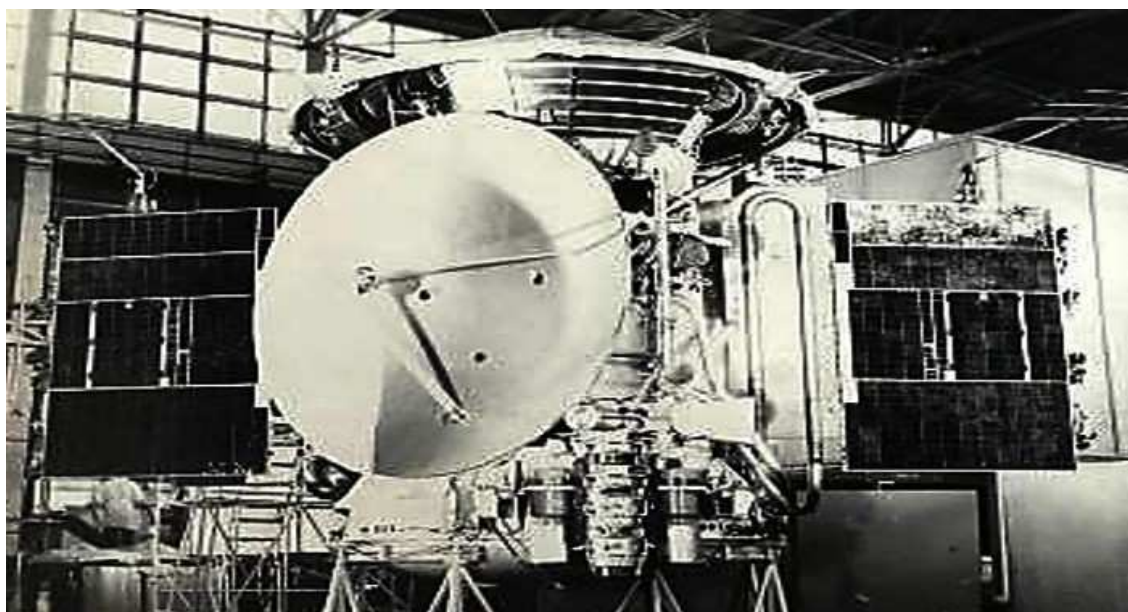


Рисунок 1 – «Зонд-2»

### Принцип работы ионного двигателя

Принцип работы ионно-плазменного двигателя основан на том, что рабочим телом выступает не обычное жидкое топливо, которое сгорает в реактивных двигателях, а разогнанные магнитным полем до больших скоростей потоки ионов (рис. 2).

Топливом для таких двигателей выступают благородные газы аргон и ксенон. Из топливных баков топливо в виде газа подается в ионизатор, где при бомбардировке высокоэнергетическими электронами ионизируется.

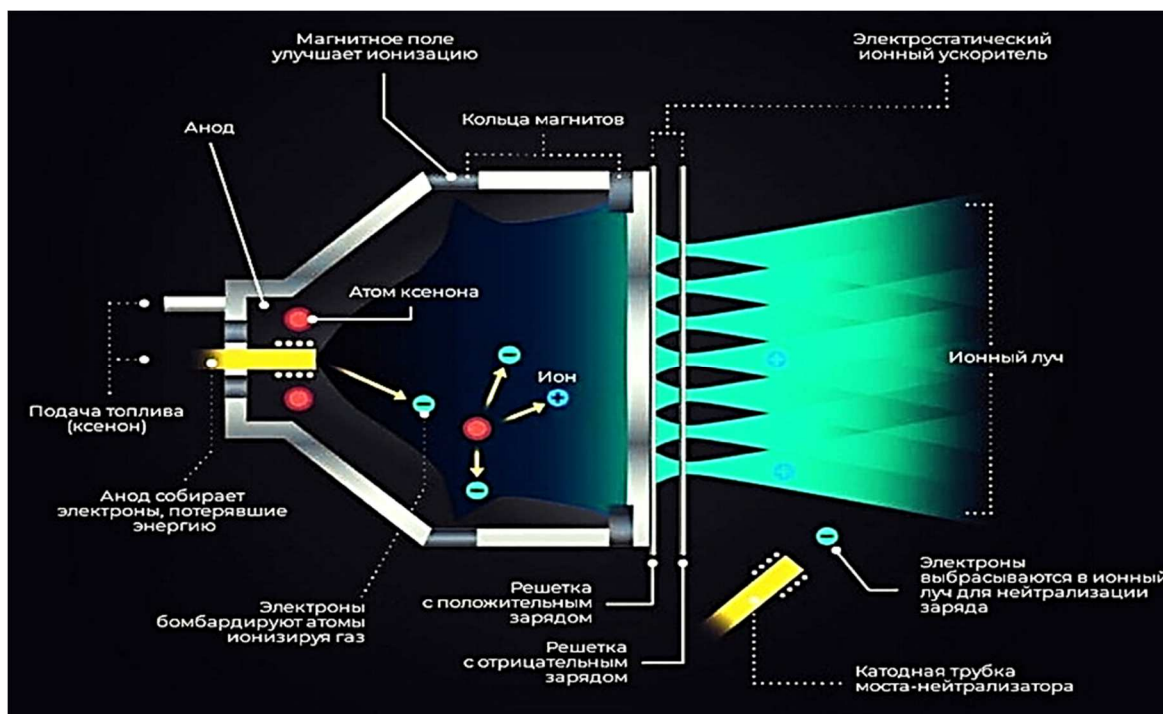


Рисунок 2 – Схема работы ионного двигателя

Таким образом, образуются положительные ионы и отрицательные электроны. Затем их отфильтровывают подводом катодной трубки в камеру, которая притягивает электрон, и в камере остаются только ионы. Следующим этапом работы двигателя становится попадание ионов в систему извлечения, которая состоит из 2-х или 3-х сеток,

между которыми преобладает высокая разность потенциалов(+1090 вольт на внутренней против – 225 на внешней). В результате попадания частиц между сеток, они, согласно третьему закону Ньютона, разгоняются и ускоряют корабль.

### **Современные российские разработки**

Российские ученые работают над созданием отечественного ионного двигателя большой мощности ИД-500, который планируют использовать в качестве двигателя главной серии в проекте космического тягача «ЗЕВС» (рис. 3)

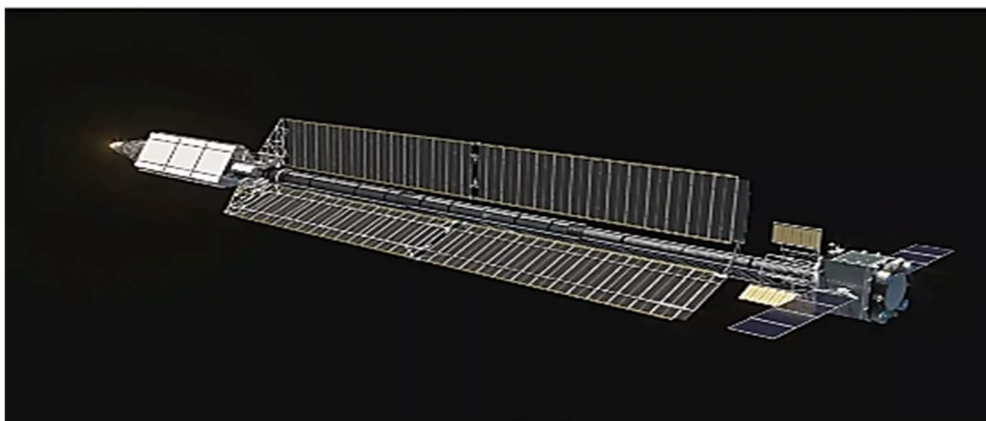


Рисунок 3 – Проект космического корабля «ЗЕВС»

Разработка его активно ведется специалистами «РОСКОСМОС» и ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша». Данный проект космического корабля предусматривает длительную работу на просторах нашей Солнечной системы, что и послужило поводом для применения в проекте малогабаритного и экономичного ионного двигателя. В отличие от зарубежных аналогов, которые ведутся на стадии проектирования, отечественная разработка уже проходит процесс доводки и отлаживания процесса запуска. Двигатель обладает тягой 375–750 мН, удельным импульсом 70000 м/с, мощностью до 35 кВт и массой до 300 кг.

### **Перспективы развития**

Ионный двигатель недаром завоевал популярность в широких кругах специалистов космического двигателестроения, ведь он, как никакой другой двигатель, обладает рядом преимуществ, которые в основе своей и определяют его чрезвычайную популярность во многих космических проектах. Он обладает крайне малой массой, примером служит отечественный ИД-500, масса которого не превышает 300 кг. Также ионные двигатели обладают исключительной и непревзойденной экономичностью, к примеру в среднем 350 кг ксенона хватает на 4–5 лет непрерывной работы, что дорогого стоит. Экологичность в производстве и в обслуживании дает ионному двигателю еще один огромный плюс и шанс на дальнейшее повсеместное участие в космических проектах. Нетрудно догадаться, что в дальнейшем эта технология послужит тем самым необходимым плацдармом для новой космической эры – эры дальних космических перелетов, полетов к Луне и Марсу, а пока эти двигатели строятся и тестируются.

### **Заключение**

Мы живем во время, которое предоставляет нам большие возможности в сфере космического двигателестроения, где одной из главных перспектив является создание и применение эффективных ионных двигателей (рис. 4), в недалеком будущем мы станем свидетелями их успешности и незаменимости. На данном этапе развития этой отрасли все ученые мира понимают авторитетность и неоспоримость этих идей и технологий. Главными достоинствами ионных двигателей являются:

- длительность непрерывной работы;
- малый расход топлива;
- небольшая масса;
- простота обслуживания.



Рисунок 4 – Простейший ионный двигатель

Таким образом, в ходе занимаемого времени мы уяснили, что ионные двигатели – то самое недалекое и перспективное будущее, свидетелями которого мы станем, ведь никакие другие космические двигатели не обладают тем набором достоинств, которые являются основополагающими в планировании длительных космических перелетов.

#### Список литературы:

1. URL : <https://ru.m.wikipedia.org>
2. Коротеев А.С. Холловские и ионно-плазменные двигатели для космических аппаратов» Машиностроение 2008 г.
3. Авиационный справочник.
4. Проворотов П.В. Исследование работы ионного двигателя и создание его действующей модели». – МФТИ, 2019.
5. Крупногабаритные высокочастотные ионные двигатели // Электронный журнал МАИ. – Вып. № 40.
6. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
7. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
8. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
9. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
10. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.
11. Захаренко Г.И. Проблема управления качеством образовательного процесса иностранных военных специалистов при изменении условий и факторов, в которых проводится обучение / Г.И. Захаренко, С.А. Гордиенко, С.А. Максимов // В сборнике: Инновационные технологии в образовательном процессе. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2017. – С. 95–98.
12. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.

**ДВИГАТЕЛИ Д-30 КП И ПС-90А-76 ДЛЯ ИЛ-76**



**D-30 KP AND PS-90A-76 ENGINES ON THE IL-76 AIRCRAFT**

**Божко С.В.**

кандидат технических наук,  
профессор,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
Bsvinfo60@mail.ru

**Браткова Т.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Курбасов А.М.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Пеняшкин А.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос установки двигателей Д-30 КП и ПС-90А-76 на самолете ИЛ-76 различных модификаций. Представлен анализ основных параметров этих двигателей.

**Ключевые слова:** двухконтурный турбореактивный двигатель, модификации двигателей.

**Bozhko S.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
Bsvinfo60@mail.ru

**Bratkova T.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kurbasov A.M.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Peniashkin A.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article deals with the aspect of D-30 KP and PS-90A-76 engines on the IL-76 aircraft of various modifications. The analysis of the main parameters of these engines is presented.

**Keywords:** turbofan engine, modification of aircraft and engines.

**Т**ранспортный самолет Ил-76 можно без преувеличения назвать одним из наиболее успешных и популярных летательных аппаратов своего класса. Серийный выпуск его был начат в 1973 г., и сейчас он продолжает оставаться в производстве. До сих пор все самолеты семейства Ил-76 (за исключением только Ил-76МФ) оснащались двухконтурными турбореактивными двигателями Д-30КП тягой 12 000 кгс и ПС-90А-76 тягой 14 500 кгс.

**Д-30КП**

Выпуск чертежей нового двигателя Д-30КП тягой 12000 кгс для военно-транспортного самолета Ил-76 был завершен в конце 60-х годов. В 1971 году Ил-76МД с силовой установкой на базе четырех Д-30КП продемонстрирован руководству страны, в 1972 году прошел государственные испытания, а затем представлен мировой общественности на очередном международном авиасалоне в Ле-Бурже (Франция). В 1974 году двигатель поступает в эксплуатацию для оснащения не только военно-транспортного Ил-76, но и его многочисленных модификаций: заправщика Ил-78, «воздушного госпиталя» Ил-76МД «Скальпель», самолета дальнего радиолокационного обнаружения и управления А-50, имитатора невесомости Ил-76К, летающей лаборатории для проведения испытаний «на крыле» авиационных двигателей Ил-76ЛЛ и др. Турбореактивный двухконтурный двигатель Д-30КП был во многом унифицирован со своим предшественником Д-30КУ (рис. 1). В двигателе реализована высокая температура газа перед турбиной, увеличены степень повышения давления в компрессоре и степень двухконтурности. Обладая силовой установкой на базе четырех двигателей Д-30КП, Ил-76 развивает крейсерскую скорость 900 км/час.



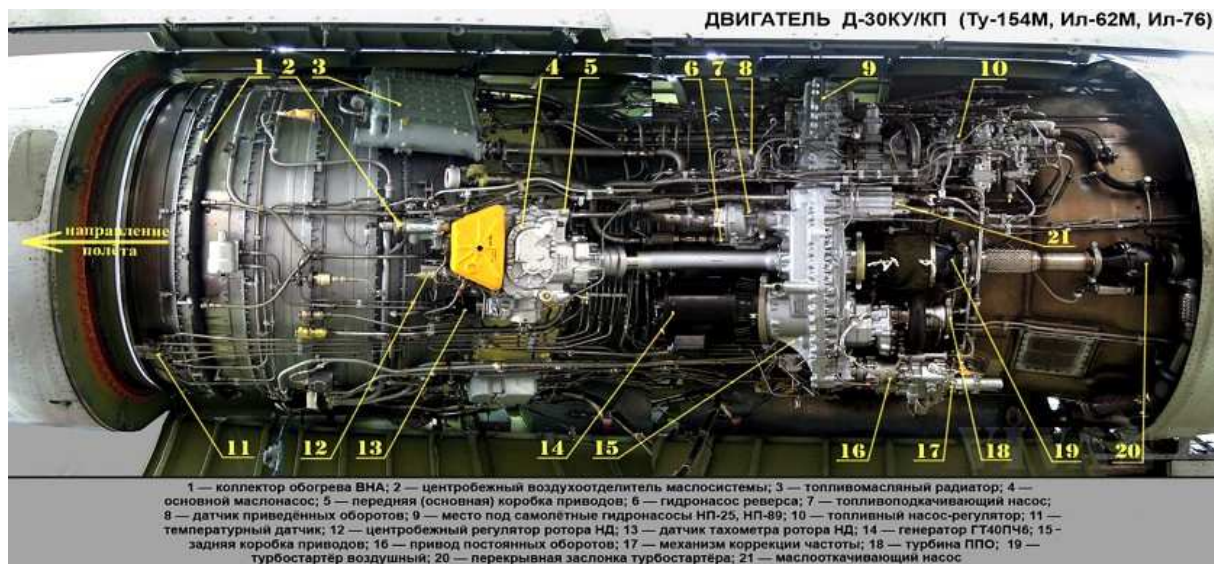


Рисунок 1 – Двигатель Д-30КП/КУ

Пензенский авиационно-строительный завод выпустил ряд серий данного двигателя.

#### **Двигатель Д-30КП 1 серии**

Турбореактивный, двухконтурный, двухвальный, со смешением потоков наружного и внутреннего контуров, с реверсом двигатель. Устанавливается на варианты популярного массового дальне-магистрального самолета Ил-76 для перевозок крупногабаритной техники и грузов. Серийная эксплуатация с июля 1974 года.

#### **Двигатель Д-30КП 2 серии**

Д-30КП второй серии (рис. 2), который обеспечивал сохранение взлетной тяги при более высокой температуре окружающего воздуха. До сих пор все самолеты семейства Ил-76 (за исключением только Ил-76МФ) оснащались двухконтурными турбореактивными двигателями Д-30КП тягой 12000 кгс. Он был запущен в серийное производство на моторостроительном заводе в Рыбинске, позднее получивший все права на его ремонт и дальнейшее совершенствование. С 1981 г. здесь выпускалась улучшенная модификация Д-30КП 2-й серии (Д-30КП-2) с возросшей надежностью и сохранением тяговых характеристик при повышенных температурах окружающего воздуха. Общий объем производства двигателей Д-30КП на сегодня составил около 4500 экземпляров. Однако время берет свое, и некогда весьма эффективный двигатель уже не может в полной мере удовлетворять требованиям заказчиков. Ситуация усугубляется введением более строгих норм ИКАО по уровню шума на местности и эмиссии вредных веществ в атмосферу. Чтобы и дальше успешно эксплуатировать самолеты Ил-76 необходимо модернизировать их силовую установку. Не секрет, что подавляющее большинство этих машин летает уже более 15 лет, а с учетом присущей им интенсивности эксплуатации по ресурсным параметрам близки к проведению планового капитального ремонта.



Рисунок 2 – Двигатель Д-30КП 2 серии

### Двигатель Д-30КП 3 серии

Модернизация двигателя заключается в замене 3-х ступенчатого компрессора низкого давления на одноступенчатый вентилятор и увеличении степени двухконтурности с 2,2 в базовом двигателе до 3,65 в Д-30КП «Бурлак» (рис. 3). Применение высокоэффективного малошумного вентилятора в сочетании с увеличением степени двухконтурности позволит снизить удельный расход топлива в двигателе примерно на 10 %, увеличить ресурс и обеспечить его соответствие нормам ИКАО Главы 4 по шуму и по эмиссии.

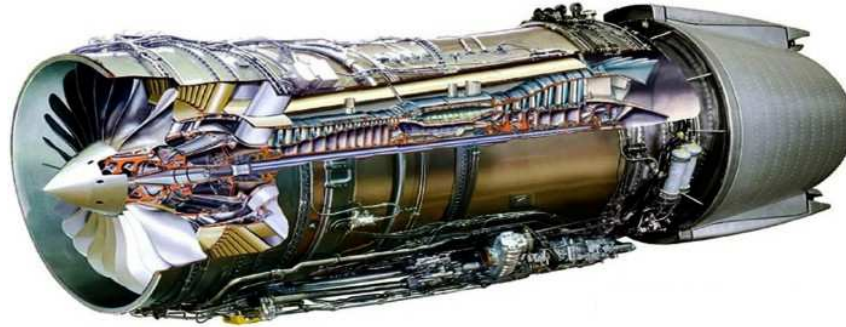


Рисунок 3 – Двигатель Д-30КП 3 серии «Е»

Техническим заданием на проектирование Д-30КП «Бурлак» ставилось целью повышение тяги двигателя с 12000 до 13000 кгс. В результате стендовых испытаний этих показателей не только достигнут, но и превышен, достигая почти 14000 кгс. Это позволит увеличить взлетный вес самолета до 195 тонн, взлетать с более короткой взлетно-посадочной полосы, сохранять взлетную тягу при более высокой температуре окружающей среды (до +30 градусов Цельсия).

Конструктивные особенности Д-30КП «Бурлак» позволяют за счет снижения температуры перед турбиной на 40 градусов повысить срок службы горячей части двигателя и двигателя в целом, значительно увеличив межремонтный и назначенный ресурсы, календарные сроки службы. Д-30КП «Бурлак» позволяет снизить удельный расход топлива с 0,71 до 0,64 кг/час, что позволяет экономить до 18 % горючего в час. Это ведет к увеличению дальности полета или повышению коммерческой нагрузки.

Самолеты, оснащенные двигателями Д-30КП «Бурлак», будут полностью соответствовать всем современным требованиям ИКАО по эмиссии вредных веществ и уровню шума на местности, что позволит им беспрепятственно совершать авиаперевозки за пределами России.

### ПС-90А

Двигатель ПС-90А – базовая версия (рис. 4), устанавливаемая на Ил-96-300, Ил-96-400, и Ту-204, Ту-214. Максимальная тяга – 16000 кгс. Этот двигатель впервые позволил российским самолётам быть конкурентоспособными по топливной эффективности. Разработка началась в 1979 году, стендовые испытания – в 1983 году, лётные испытания на крыле Ил-76 – в 1987 году, первый полёт Ил-96-300, оснащенного четырьмя предсерийными образцами этого двигателя, состоялся в 1988 году, сертификат получен в 1992.



Рисунок 4 – Двигатель ПС-90А на ИЛ-96-300

### ПС-90А-76

ПС-90А-76 (рис. 5) – это модификация базовой версии ПС-90А. Предназначен для замены двигателей Д-30КП при ремоторизации самолетов семейства Ил-76 и установки на новые самолеты. Этот чрезвычайно удачный транспортный самолёт столкнулся в 1990-х годах с жесткими международными требованиями по экологичности и шуму. ПС-90А-76 позволил устранить эти недостатки. Двигатель ПС-90А-76 по эмиссии загрязняющих веществ соответствуют нормам ИКАО 2008 года. Самолеты с двигателями ПС-90А-76 сертифицированы по шуму на местности по требованиям Главы 4 и соответствуют требованиям Главы 14 Стандарта ИКАО. Возможна конвертация в эту модификацию из ранее выпущенных двигателей базовой модификации ПС-90А, что позволяет заметно снизить стоимость. Максимальная тяга – 14500 кгс. Двигатель сертифицирован и стал эксплуатироваться в 2003 году.



Рисунок 5 – Двигатель ПС-90А-76

Основные данные серийного двигателя Д-30КП-2, Д-30КП-3 и ПС-90А-76

	Д-30КП-2	Д-30КП-3	ПС-90А-76
Тяга на взлетном режиме, кгс ( $t < +30$ град С)	12000	13000	14500
Тяга на крейсерском режиме ( $H = 11$ км, $M = 0,8$ )	2290	2750	3500
Удельный расход топлива на крейсерском режиме, кг/(кгс.ч)	0,705	0,643	0,595
Диаметр вентилятора, мм	1455	1662	1900
Степень двухконтурности	2,2	3,65	4,5
Расход воздуха, кг/с	280	387	...
Температура газов перед турбиной, К	1410	1367	1570
Масса двигателя в состоянии поставки, кг	3014	3460	4160

**ПС-90А-76 по сравнению с двигателем Д-30КП обладает рядом преимуществ:**

- уменьшение эксплуатационных затрат в 1,7 раза;
- повышение ресурса и надежности двигателя в 1,5–2 раза;
- снижение удельного расхода топлива на 13–17 %;
- ПС-90А-76 соответствует нормам ИКАО 2008 г. по эмиссии загрязняющих веществ;
- ПС-90А-76 сертифицирован по шуму на местности.

В настоящее время у ВВС, коммерческих авиакомпаний и других эксплуатантов России имеется 491 самолет Ил-76 различных модификаций, еще более трех сотен таких машин летает за рубежом. Таким образом, в эксплуатации находится свыше 3000 двигателей Д-30КП (главным образом, 2-й серии).

Справедливости ради нельзя не сказать о том, что по некоторым параметрам ПС-90А-76 превосходит предлагаемый Д-30КП-3. Так, взлетная тяга его и тяга на крейсерском режиме несколько выше, а удельный расход топлива – немного ниже. Кроме того, прототип ПС-90А-76 – турбовентиляторный двигатель следующего за Д-30КП поколения ПС-90А – с 1989 г. находится в серийном производстве на Пермском моторном заводе (ПМЗ). По состоянию на начало этого года 110 таких двигателей эксплуатировались в девяти авиакомпаниях и на четырех авиапредприятиях России. Летом прошлого года суммарная наработка двигателей ПС-90А в полете превысила миллион часов и к концу ноября достигла 1147044 ч.

Накопленный опыт по доводке и эксплуатации ПС-90А в гражданской авиации, а также испытаний его модификации ПС-90А-76 в составе силовой установки опытного Ил-76МФ является серьезным аргументом в пользу выбора его для ремоторизации военно-транспортных Ил-76МД. Если бы не одно «но»: стоимость одного двигателя типа ПС-90А составляет около 3 млн долл., соответственно комплект из четырех двигателей для ремоторизации одного Ил-76МД стоит около 12 млн долл., а с учетом необходимых работ по адаптации самолета к принципиально новой силовой установке стоимость перевода одного Ил-76 с Д-30КП на ПС-90А-76 оценивается в 14–16 млн долл.

Стоимость же одного нового Д-30КП-3 «Бурлак» оценивается в 36 млн р. (около 1,2 млн долл.), а если он получается путем модернизации ранее выпущенного Д-30КП-2 в процессе капитального ремонта – в 24 млн р. (около 800 тыс. долл.). Таким образом, цена ремоторизации одного Ил-76 «Бурлаками» может составить всего 3,2–4,8 млн долл., что в среднем в 3,5 раза меньше, чем в случае с использованием ПС-90А-76. К этому следует добавить то обстоятельство, что высокая (до 75 %) степень унификации Д-30КП-3 и Д-30КП-2 упростит их совместную эксплуатацию в строевых частях Военно-транспортной авиации, где уже имеется необходимая инфраструктура и богатый опыт обслуживания двигателей Д-30КП.

Подводя итог, стоит отметить, что, конечно же, право выбора типа двигателя для модернизации самолетов Ил-76 остается за заказчиком. Если его возможности позволяют заплатить дороже, но получить несколько более высокие характеристики, – тогда, наверное, имеет смысл обратиться к варианту с ПС-90А-76. Но если средств не так много, а необходимость ремоторизации уже назрела (а именно такая ситуация скоро станет неизбежной, например, для российских ВВС и ряда относительно небогатых авиакомпаний) – предпочтение все же может быть отдано более «бюджетному» варианту с «Бурлаком».

#### Список литературы:

1. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
2. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
3. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
4. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.

6. Разработка компьютерных тестов различного типа / И.А. Попов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 84–90.
7. Подбор тестовых оболочек для диагностирования образовательных достижений обучающихся / И.А. Попов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 79–84.
8. Общая электротехника и электроника. – Часть 1. Основы электротехники : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
9. Общая электротехника и электроника. – Часть 2. Электроника и основы электрических измерений : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
10. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 16–18.
11. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов, С.А. Гордиенко, А.С. Катенин, В.И. Маркелов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.
12. Морфология апробации интерактивных электронных учебников и обучающих курсов / И.А. Попов, С.А. Гордиенко, А.С. Катенин, В.И. Маркелов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 90–93.

УДК 531.19

**МЕСТО МЕХАНИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРОГРАММЕ ВОЕННОГО ЛЕТЧИКА-ИНЖЕНЕРА**  
◆◆◆◆  
**THE PLACE OF MECHANICS IN EDUCATIONAL  
THE PROGRAM OF A MILITARY PILOT-ENGINEER**

**Гимбицкая Л.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Гимбицкий В.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены история и развитие механики как науки. Выявлено и обосновано взаимодействие естественных и технических знаний, находящихся в единой системе, результатом которого выступает их разделение, обособление в относительно самостоятельные виды научного знания. На основе проведенного анализа авторами исследованы важные задачи необходимости знаний летчику теории упругости и сопротивления материалов.

**Ключевые слова:** агрегаты, двигатели, закономерности, теоретические концепции, технологические фазы, технические науки, теория упругости, надежность машин и механизмов.

**Gimbitskaya L.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Gimbitsky V.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** This article discusses the history and development of mechanics as a science. The interaction of natural and technical knowledge located in a single system is revealed and justified, the result of which is their separation, isolation into relatively independent types of scientific knowledge. Based on the analysis, the authors investigated the important tasks of the need for knowledge of the theory of elasticity and resistance of materials to the pilot.

**Keywords:** aggregates, engines, regularities, theoretical concepts, technological phases, technical sciences, theory of elasticity, reliability of machines and mechanisms.

**З**нание любой теории, ее принципов, закономерностей и других теоретических концепций позволяет военному специалисту не только анализировать факты и объяснять их, но и предсказывать появление новых фактов, прогнозировать события, явления, предвидеть их развитие.

Еще в V тысячелетии до н.э. появились первые механизмы – водяные мельницы, представляющие собой простейшие машинные агрегаты, состоящие из двигателя (водяное колесо), передачи (зацепление), и рабочего органа (жернова). Определенные знания в области применения механической формы движения были накоплены при постройке автоматов во времена Герона (1 век до н.э.) [1].

В XVIII–XIX веках были созданы паровые машины, которые обладали новым качеством. Как писали ученые тех времен «они воплощают такие свойства, как автоматизм, быстрота действия, непрерывность технологических фаз, высокие параметры единичных орудий, возможности соединения многих орудий, приводимых в движение одним и тем же механизмом». Важнейшая особенность применения машин состоит в том, что все отмеченные выше достоинства есть результат их способности превращать силы природы (ветер, вода) в агентов общественного труда. Можно судить, что теоретический арсенал науки, способный дать теорию машин как технического объекта, должен быть значительным. Итак, возникновение особой теоретической ветви научных знаний является диалектическим процессом такого взаимодействия естественных и технических знаний, находящихся в единой системе, результатом которого выступает их разделение, обособление в относительно самостоятельные виды научного знания [2].

Ведущее место в познании теории и практики принадлежит теории механизмов и машин, имеющей методологическую функцию по отношению к другим техническим наукам. Историки отмечают, что «под несомненным влиянием механики машин возникла теоретическая кинематика, идеи статики и динамики стимулировали становление динамики машин и графических методов в теории механизмов» [3].

К середине XIX века в теории машин утвердилось выделение двух различных разделов: кинематики механизмов и динамики машин. В числе выдающихся изобретений и открытий этого периода можно назвать изобретение А.Ф. Можайским самолета, основ авиации – Н.Е. Жуковским и С.А. Чаплыгиным [1].

Н.Е. Жуковский разработал основные положения аэродинамики плоскопараллельного потока; дал основную теорему для определения подъемной силы крыла самолета, обосновал создание теории гидравлического удара. Нашли решение многие важные задачи теории упругости и сопротивления материалов. Были разработаны проблемы комплексной автоматизации различных производств и промышленных систем, а также основы для развития техники воздушного транспорта и другие вопросы.

Итак, можно сделать выводы [3]:

- возникновение и развитие механики вызвано общественно необходимостью создания крупного многоотраслевого машинного производства, в связи с чем возникли проблемы, которые могли быть решены только научно;
- превращение технического знания в систему технических наук, функция которых состоит в целенаправленности преобразования природных материальных образований в технические средства;
- развитие естествознания и технических наук ведет к усилению их диалектического взаимодействия, в котором естествознание на основе глубокого проникновения в сущность природных процессов все больше будет представлять техническим наукам знания, применяемые в процессе создания технических систем.

Идея комплексности, как компонент общей теории машин, состояла в том, чтобы «подчинить» непосредственному процессу производства силы природы: ветер, воду, пар, электричество. Дальнейшая конкретизация идеи состояла в отыскании, в научном обосновании исследовательских программ, ведущих к созданию теории, а не ее основе – к созданию рабочих машин. Этот процесс осуществляли через системы взаимодействующих механизмов, где «собственная задача всякого механизма всегда состоит в том, чтобы преобразовать первоначальное движение, вызванное двигательной силой, превращать его в такую другую форму, которая соответствовала бы преследуемой в данном производстве цели и сообщаемому рабочей машине движению» [4].

Ныне механика стала тем фундаментом, на котором строится современное машиностроение и приборостроение.

В сегодняшнем понимании машина – это устройство для использования законов природы с целью облегчения физического и умственного труда, увеличения его производительности путем частичной или полной замены человека в его трудовых и физиологических функциях.

Объективной основой для этого является познанная взаимосвязь конструкции и функций технических объектов.

Искусственно созданная структура (конструкция) технических объектов с заданной функцией из природного объекта «образует» другую форму, которая соответствует цели, преследуемой в производстве [5].

Любое техническое средство можно рассматривать как техническую совокупность тел и процессов, где они «вынуждены» совершать движения по техническим законам, ведущим к удовлетворению технических потребностей общества. Подчинение природного естественного самодвижения может быть достигнуто лишь созданием искусственной системы взаимодействия природных сил путем рационального построения схемы механизмов, выбора «полезных» законов движения, подбора системы противодействующих природных процессов.

Так, техническая теория полета летательных аппаратов устанавливает, что часть сил, приложенных к движущемуся объекту, определена природой (закон всемирного тяготения) в специфическом их проявлении, а часть сил изменяется в широких по

естественно-техническим законам, заложенным в конструкции летательного аппарата, т.е. по законам природы, но преобразованным человеческой деятельностью с учетом целей и потребностью людей (закон регулирования реактивной силы) [1].

Законы механики в системе технических теорий выступает в специфической форме, обусловленной конкретными обстоятельствами механических взаимодействий.

Механика в ее современном виде включает в предмет своего исследования механизмы, в состав которых входят гидравлические, пневматические, электрические, биологические устройства, группирующие знания в соответствии с теми или иными инженерными задачами, а не по формам движения материи. При этом необходимо учитывать, что интегрирующее значение в построении теории технического объекта принадлежит, как правило, естественно-техническому принципу, основу которого составляет использование определенной формы движения материи в качестве главной, изучаемой той или иной естественной наукой. Например, достижение необходимой износостойкости и надежности элементов технического средства при их взаимодействии целесообразно использовать природные закономерности через изменение условий (увеличение площади трения, замена изгиба и растяжения сжатием, трения скольжения – трением качения и т.д.) функционирования [2].

В технической теории, наряду с фундаментальными естественно-техническими принципами следует выделить целый ряд более частных собственно технических принципов, которые составляют значительный раздел технического знания в методическом арсенале технических наук.

К техническим принципам, теоретическое обоснование которых составляет собственно технические знания, относятся, например [4]:

- технический принцип секционирования, при котором технический эффект достигается путем деления машин на секции и образования производных машин набором унифицированных секций;
- принцип дублирования, основанный на многократном повторении, обеспечивающем повышение эффективности технических систем;
- принцип агрегатирования, на базе которого создаются технические средства путем сочетания унифицированных автономных узлов, блоков, устанавливаемых в различном числе и комбинациях и другие принципы.

Наиболее ответственной задачей при проектировании технических систем, особенно систем с повышенными техническими требованиями, каким является самолет, это задача оптимального кинематического, динамического и прочностного синтеза схемных решений в технических системах, задача повышения надежности и точностных характеристик отдельных механизмов и самолета в целом [5].

В условиях научно-технической революции, бурного развития техники и, в частности, самолетостроения, летательный аппарат представляет собой не отдельную машину, а совокупность взаимосвязанных аппаратов и машин. Поэтому изучение отдельно взятой машины или агрегата утрачивает свое доминирующее значение. Это выдвинуло задачу разработки принципиально новых теоретических основ создания технических комплексов. Выбор их схем должен производиться при помощи методов статистики, логики, структурно-логического анализа, исходя из таких требований как эффективность, качество, надежность, способность функционировать в изменяющихся условиях.

Современная теория машин находится в стадии существенного обогащения, вызванного переходом от создания отдельных машин к созданию автоматических систем, технических комплексов, автоматических систем с переменной структурой, роботов.

В решениях правительства поставлены конкретные задачи, заключающиеся в необходимости «повысить технический уровень и качество продукции машиностроения, средств автоматизации и приборов, значительно поднять экономичность и производительность выпускаемой техники, ее надежность и долговечность, существенно увеличить производство систем машин и оборудования, автоматических манипуляторов с программным управлением, позволяющим исключить применение ручного квалифицированного и монотонного труда, особенно в тяжелых и вредных для человека условиях» [2].



Необходимость создания машин с оптимальными параметрами требует применения методов, обеспечивающих получение этих параметров. Это достигается формализацией методов синтеза конструктивных решений и сопутствующих им расчетов, созданием унифицированной методики проектирования машинных комплексов с помощью универсальных и специализированных быстродействующих вычислительных средств.

Функция теории машин, как и всякой научной теории, состоит не только в систематизации, обобщении и объяснении эмпирических законов, но и в предвидении неизвестных явлений и закономерностей на основе познаний сущности изучаемого круга явлений. Таким образом, становится возможным прогнозирование путей развития науки, выделение новых направлений. Ученые, разрабатывающие общую теорию машин, указывают например, что появление манипуляторов и промышленных роботов будет означать новый этап развития автоматизации производства, а следовательно, и развития теории машин [2].

Важную роль в развитии механики играют специфические проявления эмпирического и теоретического знаний и их взаимосвязь. К эмпирическому знанию относятся опытные данные, списание технических результатов экспериментов с помощью естественного и специального языка. В машиноведении ему принадлежит исключительное значение. Это видно из того, техническое знание для реализации своих функций не только всегда должно быть оформлено в логически стройную законченную теорию, но непременно при этом должно быть эмпирически обоснованным. Оформление его в научную теорию может последовать значительно позднее. И, кроме того, для прикладных вопросов, как сказал академик А.П. Крылов: «Нет надобности производить вычисление по абсолютно точным формулам и с совершенной точностью, лишь бы была уверенность, что происходящая от этого погрешность не превышает тех пределов, которые в данном случае допускаются» [4]. Эти требования определяются функциональным назначением науки «Механика». Техническое знание является прикладным знанием специального назначения. Практическая ориентированность технического знания определяет содержание и направленность его понятия, накладывая известное ограничение на применение формальных способов исследования, предопределяет большое количество крайне динамичных микротеорий, небогатых по логическому аппарату и узких по сфере применения [2]. Этим оно значительно отличается от фундаментальных исследований в естествознании.

В силу исключительной роли эмпирического знания в технике нередко имеет место недооценка теоретического знания. Не учитывается, что эксперименты по общему правилу не могут сами по себе окончательно решить вопрос о сущности технических явлений, не могут и дать новую теорию.

В настоящее время четко обозначилась тенденция к повышению роли теоретического знания. Главным обстоятельством, обусловившим необходимость технических наук на более высокий теоретический уровень, явилась необходимость создания сложных технических комплексов, функционирующих на принципах обратной связи, самоорганизации, самообучения. Здесь эмпирические законы оказываются недостаточными: создание идеальных моделей таких систем невозможно без знания сущности технических явлений.

Широкое использование математических методов и понятий кибернетики – важная закономерность в развитии современного технического знания. «Математизация» знания – это особенность, присущая любой области современного научного знания [5]. Но по масштабам проникновения математического знания в технические науки, в том числе и в механику, по широте использования методов, по каждодневности применения математического аппарата технические науки не имеют себе равных среди других областей знания. Можно сказать, что инженеру всегда нужны цифры и формулы. Объясняется это двумя обстоятельствами [1]:

– техническое знание, как всякое прикладное, способно выполнять свои функции только в том случае, если накопленные знания отражают технические явления с полнотой, предполагающей математическое их описание;

– новейшая техника представляет собой сложные динамические системы, функционирование которых носит циклический характер, в силу чего решение технических задач связано с многими разделами математики.

Современный самолет, например, объединяет транспортные, энергетические, информационные и другие машины и аппараты. Проектирование такой технической системы представляет сложный процесс синтеза оптимального варианта, который строится как комбинация большого числа варьируемых переменных в условиях неточной информации. Решение этой задачи требует системного анализа и теории исследования операций.

Методы математики в технических науках выполняют различные функции [3]:

- математическое описание отдельных процессов, характеризующее технические объекты;
- математический анализ технических объектов, математическое моделирование их.

Важное значение имеет развитие робототехники. Она несет важную методическую функцию в техническом знании.

В механике все познавательные задачи и действия обусловлены идеей создания технических средств. Задача состоит в том, чтобы совместным усилием специалистов в области естествознания, технических и общественных знаний в единую стройную общую теорию технических систем, в которой определенным образом должны быть обобщены, синтезированы технические теории и технические знания, используемые в проектировании технических систем.

В области технических наук, в механике в частности, основными задачами следует считать эффективное использование теории в прикладных целях. Это прежде всего повышение качества, надежности, экономичности и производительности, уменьшение шума и вибраций машин, оборудования и других изделий машиностроения, снижение их материалоемкости и энергопотребления.

Все эти вопросы непосредственно связаны с укреплением оборонного могущества нашей страны, ее вооруженных сил, которые располагают всем необходимым для отпора любому врагу, высокой технической оснащенностью, воинским мастерством, несокрушимым моральным духом. Обеспечение прочного мира, защита права народа на независимость и социальный прогресс – неизменные цели политики нашей страны.

Важнейший фактор обеспечения безопасности Родины – постоянная боевая готовность. Борьба за нее составляет главное в деятельности командиров, личного состава армии и флота.

Здесь важно то, чтобы каждый воин глубоко сознавал, что минуты и секунды, которыми измеряется применение к бою оружия и техники, наполнены смыслом не только военного, но и социального значения.

Курсанты высших военно-учебных заведений обязаны глубоко освоить весь арсенал научного знания, непрерывно совершенствовать не только профессиональную подготовку, но расширять общую научную эрудицию, изучая методы так называемых стыковочных наук и теорий.

Специфика познавательной деятельности курсантов применительно к механике находит свое выражение в освоении ряда общенаучных эмпирических и логических методов: наблюдение и эксперимент, анализ и синтез, сравнение и аналогия, восхождение от абстрактного к конкретному, единство исторического и логического подхода. Кроме того, глубокое изучение механики тесно связанного с математикой, физикой, кибернетикой и другими науками, позволяет курсантам освоить ряд специальных методов познания, которые расширяют возможность дальнейшего повышения их профессиональной подготовки, служат фактором формирования военно-научного стиля мышления.

Изучение курса механики преследует цели [5]:

- выработку у курсантов определенного мировоззрения;
- формирование знаний о качестве работы деталей и узлов самолета в процессе его эксплуатации;

– выработку умения практического использования теоретических знаний и практических навыков при решении прикладных военно-технических задач в области профессиональной подготовки;

– приобретение общеинженерных знаний, способствующих глубокому и полному изучению конкретных образцов авиационной техники, грамотной ее эксплуатации.

**Список литературы:**

1. Гурин В.В. Механика : учебник для вузов / В.В.Гурин, В.В.Тихонов. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 366 с.
2. Приходько М.Г. Механика. Учебник для военно-воздушных сил. – СПб. : Изд-во Салют, 1966. – 322 с.
3. Олофинская В.П. Техническая механика. Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий. – М. : ФОРУМ – ИНФРА-М, 2007. – 349 с.
4. Марченко С.И. Теория механизмов и машин / С.И. Марченко, Е.П. Марченко, Н.В. Логинова. – Ростов-на/Д. : Феникс, 2003. – 256 с.
5. Канторович С.С. Механика : учеб. пособие / С.С. Канторович, Д.В. Пермикин. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2012. – 88 с.
9. Общая электротехника и электроника. – Часть 1. Основы электротехники : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
10. Общая электротехника и электроника. – Часть 2. Электроника и основы электрических измерений : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
11. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 16–18.
12. Аprobация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов, С.А. Гордиенко, А.С. Катенин, В.И. Маркелов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.
13. Морфология апробации интерактивных электронных учебников и обучающих курсов / И.А. Попов, С.А. Гордиенко, А.С. Катенин, В.И. Маркелов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 90–93.

УДК 621.315.5/6, 621.78

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В ИДЕАЛЬНОМ ДИЭЛЕКТРИКЕ



## ELECTROMAGNETIC WAVES IN AN IDEAL DIELECTRIC

### Панков В.П.

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

### Баженов А.В.

кандидат технических наук,  
профессор,  
Северо-Кавказский федеральный университет  
kvvaul@mil.ru

### Панков Д.В.

Министерство обороны РФ  
kvvaul@mil.ru

### Швецов А.А.

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** Проведен анализ электромагнитных свойств различных материальных сред с целью разработки углеродных высокоактивированных лент и волокон с плазменным напылением с одновременно высокими показателями емкости, электропроводимости, малой глубиной проникновения электромагнитного излучения.

**Ключевые слова:** углеволокно, плазма, покрытие, электрическое поле, магнитное поле, электрический ток, диэлектрическая проницаемость.

### Pankov V.P.

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

### Bazenov A.V.

PhD in Technical Sciences,  
Professor,  
North Caucasian Federal University  
kvvaul@mil.ru

### Pankov D.V.

Ministry of Defense  
of the Russian Federation  
kvvaul@mil.ru

### Shvetsov A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The analysis of electromagnetic properties of various material media has been carried out in order to develop highly activated carbon tapes and plasma-coated fibers with simultaneously high capacitance, electrical conductivity, and low penetration depth of electromagnetic radiation.

**Keywords:** carbon fiber, plasma, coating, electric field, magnetic field, electric current, permittivity.

На практике электромагнитные волны (ЭМВ) чаще всего распространяются не в безграничных средах, а встречаются на своем пути различные границы раздела двух или более сред. Граничные условия позволяют предположить, что ЭМВ в граничащих средах будут тем более отличаться по своим свойствам, чем сильнее отличаются свойства граничащих сред [1].

В результате исследований удалось создать эффективные устройства защиты (УЗ) человека от вредных техногенных электромагнитных полей (ЭМП) [2, 3].

Идеально плоская волна физически существовать не может. Для ее возбуждения понадобился источник ЭМВ бесконечных размеров. Однако чисто практические соображения позволяют использовать ее в качестве модели реальной ЭМВ: практически плоской является сферическая волна достаточно удаленного источника; можно считать, что плоскую волну формируют антенны РЛС. Анализ плоских волн производить значительно проще, чем реальных сферических волн. Ошибкой возникающей при таком допущении, можно пренебречь. Электромагнитные волны, фронт которой представляет собой плоскость и принадлежащие ей векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  взаимно перпендикулярны и перпендикулярны направлению ее распространения, называется плоской.

Рассмотрим электромагнитные волны в свободном пространстве [4].

В объеме  $V$  (рис. 1) имеются сторонние источники  $\bar{J}_{cm}$ ,  $\rho$ . Область  $W$  находится на достаточно большом удалении от  $V$ , т.е. угол  $\sin \alpha \approx \alpha \ll 1$ . Считаем, что  $\bar{E}$  и  $\bar{H}$  в области  $W$  не зависят от  $x, y$ , т.е.  $\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} = 0$  и являются функцией только  $z$ .

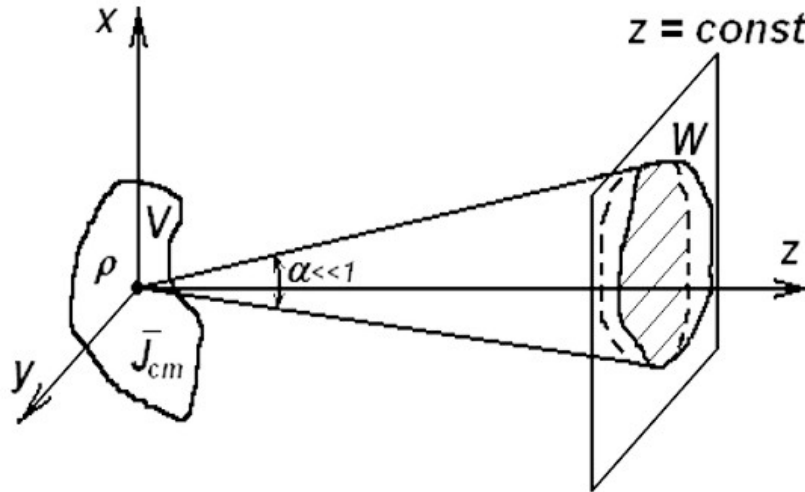


Рисунок 1 — Возбуждение ЭМВ в объеме  $W$

Среда – бесконечный, однородный, изотропный, линейный и с постоянными параметрами идеальный диэлектрик ( $\tau = 0$ ). Определить поле в области  $W$ . Рассмотрим сначала простейший случай, когда ЭМВ распространяется вдали от источников в свободном пространстве (в вакууме,  $\epsilon_a = \epsilon_0$ ;  $\mu_a = \mu_0$ ).

Ввиду того, что в области  $W$  нет сторонних источников,  $\dot{\bar{E}}$  и  $\dot{\bar{H}}$  определим из однородных волновых уравнений (уравнений Лапласа) для комплексных амплитуд:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \dot{\bar{E}} + k_0^2 \dot{\bar{E}} &= 0, \\ \nabla^2 \dot{\bar{H}} + k_0^2 \dot{\bar{H}} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Из условий задачи следует, что:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \dot{\bar{E}}}{\partial z^2} + k_0^2 \dot{\bar{E}} &= 0; \\ \frac{\partial^2 \dot{\bar{H}}}{\partial z^2} + k_0^2 \dot{\bar{H}} &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

решениями которых в общем виде являются:

$$\begin{aligned} \dot{\bar{E}} &= \bar{l}^0 (\dot{A}_1 e^{-jk_0 z} + \dot{A}_2 e^{jk_0 z}); \\ \dot{\bar{H}} &= \bar{h}^0 (\dot{B}_1 e^{-jk_0 z} + \dot{B}_2 e^{jk_0 z}), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $\bar{l}^0, \bar{h}^0$  – фиксированные в пространстве (т.е. независящие от координат и времени), указывающие направления векторов  $\bar{E}$  и  $\bar{H}$  соответственно;

$\dot{A}_1 = A_{10} e^{j\varphi_1}$ ;  $\dot{A}_2 = A_{20} e^{j\varphi_2}$ ;  $\dot{B}_1 = B_{10} e^{j\psi_1}$ ;  $\dot{B}_2 = B_{20} e^{j\psi_2}$  – комплексные амплитуды гармонических векторов поля.

Умножив выражения (3) на  $e^{j\omega t}$  и выделив вещественную часть, мгновенные значения векторов поля  $\bar{E}$  и  $\bar{H}$  запишем как:

$$\begin{aligned}\bar{E} &= \bar{I}^0 [A_{10} \cos(\omega t - k_0 z + \varphi_1) + A_{20} \cos(\omega t + k_0 z + \varphi_2)] ; \\ \bar{H} &= \bar{h}^0 [B_{10} \cos(\omega t - k_0 z + \psi_1) + B_{20} \cos(\omega t + k_0 z + \psi_2)] .\end{aligned}\quad (4)$$

В формулах (1) – (4)  $k_0 = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$  – волновое число в вакууме (постоянная рас-пространения свободного пространства). Для вакуума  $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \approx 8,86 \times 10^{-12}$  Ф/м;  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \approx 1,256 \cdot 10^{-6}$  Гн/м.

В изотропном (с одинаковыми свойствами во всех направлениях) идеальном ( $\sigma = 0$ ) диэлектрике вид уравнений (1) не меняется, только  $k_0$  необходимо заменить на волновое число среды  $k = \omega \sqrt{\epsilon_a \mu_a}$ , где  $\epsilon_a$  – абсолютная диэлектрическая,  $\mu_a$  – абсолютная магнитная проницаемость среды, т.е.:

$$\begin{aligned}\nabla^2 \dot{\bar{E}} + k^2 \dot{\bar{E}} &= 0 ; \\ \nabla^2 \dot{\bar{H}} + k^2 \dot{\bar{H}} &= 0 ,\end{aligned}$$

решением которых при заданных условиях будут выражения:

$$\begin{aligned}\bar{E} &= \bar{I}^0 [E_{10} \cos(\omega t - kz + \varphi_1) + E_{20} \cos(\omega t + kz + \varphi_2)] ; \\ \bar{H} &= \bar{h}^0 [H_{10} \cos(\omega t - kz + \psi_1) + H_{20} \cos(\omega t + kz + \psi_2)] .\end{aligned}\quad (5)$$

Проанализируем формулу (5) с точки зрения волнового процесса.

Волна – физический процесс, в котором физическая величина сохраняет с течением времени одно и то же значение в точках, движущихся в определенном направлении с определенной скоростью. Исходя из определения волны, приравняем величины векторов в первом и втором слагаемых выражения (4) к const, например для  $\bar{E}$  (аналогично и для  $\bar{H}$ ):

$$\begin{aligned}A_{10}(\cos(\omega t - kz + \varphi_1) = \text{const}; \quad \omega t - kz + \varphi_1 = \text{const}; \quad z = \frac{1}{k}(\omega t + \varphi_1 - \text{const}); \\ A_{20}(\cos(\omega t + kz + \varphi_2) = \text{const}; \quad \omega t + kz + \varphi_2 = \text{const}; \quad z = -\frac{1}{k}(\omega t + \varphi_2 - \text{const}).\end{aligned}\quad (6)$$

Основные следствия из соотношений (6) [5, 6]:

$$Z = \pm \frac{1}{k}(\varphi_{1,2} - \text{const}) = \text{const}.$$

1. Приравняв в формуле (6)  $t = \text{const}$ , найдем, что т.е. в системе координат  $x, y, z$ ;  $z = \text{const}$  описывает плоскость, перпендикулярную к оси  $z$ . Эта плоскость является поверхностью равных фаз и называется фазовым фронтом волны. Таким образом, соотношения (5) описывают плоскую волну.

2. Первое соотношение (6) описывает ЭМВ, распространяющуюся в положительном направлении оси  $z$  (так называемую прямую ЭМВ), так как с течением времени координата  $z$  точки, в которой вектор  $\bar{E}$  (либо  $\bar{H}$ ) постоянен, увеличивается.

3. Второе соотношение (6) описывает ЭМВ, распространяющуюся в направлении, противоположном оси  $z$ , (так называемую обратную ЭМВ), так как с течением вре-

мени координата  $z$  точки, в которой вектор  $\bar{E}$  (либо  $\bar{H}$ ) постоянен, уменьшается (увеличивается в сторону отрицательных значений). Поскольку источников справа от области  $W$  нет, а также считаем, что нет условий для возникновения отражений ЭМВ в рассматриваемой среде, то в дальнейшем будем рассматривать только прямую ЭМВ. Будем полагать, что в выражении (5)  $E_{10} = E_0, H_{10} = H_0$ , а  $E_{20} = 0, H_{20} = 0$ , тогда окончательно:

$$\bar{E} = \bar{E}_0 \cos(\omega t - kz + \varphi); \quad \bar{H} = \bar{H}_0 \cos(\omega t - kz + \psi). \quad (7)$$

Скорость, с которой перемещается в пространстве фазовый фронт волны (поверхность равных фаз) называется фазовой скоростью  $V_\phi$ .

По определению  $V_\phi$  следует, что:

$$V_\phi = \frac{dz}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ \frac{1}{k} (\omega t + \varphi - \text{const}) \right] = \frac{\omega}{k} = \frac{\omega}{\omega \sqrt{\epsilon_a \mu_a}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_a \mu_a \epsilon_0 \mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}, \quad (8)$$

где  $\epsilon, \mu$  – относительные диэлектрическая и магнитная проницаемость среды.

Из формулы (8) следует: фазовая скорость  $V_\phi$  плоской ЭМВ зависит только от параметров среды. В вакууме  $\epsilon = 1, \mu = 1$ , следовательно:

$$V_\phi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с. В идеальном диэлектрике с } \epsilon \mu > 1, V_\phi < c.$$

Длина волны ЭМВ в данной среде – это кратчайшее расстояние между двумя точками в пространстве, в которых фаза векторов поля одинакова, т.е. отличается на  $2\pi$ .

Согласно определению:

$$(\omega t - kz_1 + \varphi) - (\omega t - kz_2 + \varphi) = k(z_2 - z_1) = k\lambda = 2\pi \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k}. \quad (9)$$

Из выражения (9) следует смысл коэффициента « $k$ »: коэффициент « $k$ » показывает, какое число длин волн  $\lambda$  укладывается на отрезке длиной  $2\pi$ . Для идеального диэлектрика (т.е. при  $\sigma = 0$ )  $k$  является коэффициентом распространения ЭМВ.

Соотношение (9) можно записать в следующем виде:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\omega \sqrt{\epsilon_a \mu_a}} = \frac{2\pi V_\phi}{2\pi f} = \frac{V_\phi}{f} = V_\phi T. \quad (10)$$

Из формулы (10) следует, что длина волны  $\lambda$  – расстояние, на которое перемещается фазовый фронт волны за период колебаний.

Из соотношений (9) и (10) следует:

1. Длина волны в свободном пространстве:

$$\lambda_{\text{св}} = \frac{2\pi}{\omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = c \cdot T.$$

2. Длина волны ЭМП в среде с  $\epsilon > 1, \mu > 1$

$$\lambda = V_\phi \cdot T = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}} T < \lambda_{\text{св}},$$

т.е.  $\lambda$  в идеальном диэлектрике зависит только от параметров  $\epsilon_a, \mu_a$  и меньше  $\lambda_{\text{св}}$  в свободном пространстве (вакууме).

Для определения ориентации векторов в пространстве воспользуемся первым и вторым уравнениями Максвелла для комплексных амплитуд, которые для идеального случая диэлектрика имеют вид:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \dot{\vec{H}} &= j\omega \epsilon_a \dot{\vec{E}}; \\ \operatorname{rot} \dot{\vec{E}} &= -j\omega \mu_a \dot{\vec{H}}. \end{aligned} \quad (11)$$

В соотношениях (11) комплексные векторы  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$ , согласно формулам (6), определяются как:

$$\begin{aligned} \dot{\vec{E}} &= \bar{\ell}^0 \dot{E}_0 e^{-jkz} e^{j\varphi} = \bar{\ell}^0 \dot{E}_0 e^{-jkz}; \\ \dot{\vec{H}} &= \bar{h}_0 \dot{H}_0 e^{-jkz} e^{j\psi} = \bar{h}^0 \dot{H}_0 e^{-jkz}. \end{aligned} \quad (12)$$

Определим значение  $\operatorname{rot} \dot{\vec{H}}$ :

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \dot{\vec{H}} &= \operatorname{rot}(\bar{h}_0 \dot{H}_0 e^{-jkz}) = [\operatorname{grad}(\dot{H}_0 e^{-jkz}), \bar{h}_0] + \dot{H}_0 e^{-jkz} [\operatorname{rot} \bar{h}] = \\ &= \frac{d}{dz} \dot{H}_0 e^{-jkz} [\bar{z}^0, \bar{h}_0] = -jk \dot{H}_0 e^{-jkz} [\bar{z}^0, \bar{h}^0] = -jk [\bar{z}^0, \dot{\vec{H}}]. \end{aligned}$$

Из первого равенства системы (11) найдем, что  $-jk [\bar{z}^0, \dot{\vec{H}}] = j\omega \epsilon_a \dot{\vec{E}}$  и

$$\dot{\vec{E}} = -\frac{k}{\omega \epsilon_a} [\bar{z}^0, \dot{\vec{H}}] = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} [\dot{\vec{H}}, \bar{z}^0]. \quad (13)$$

Вычислив  $\operatorname{rot} \dot{\vec{E}}$ , найдем, что:

$$\dot{\vec{H}} = -1/\sqrt{\mu_a/\epsilon_a} [\dot{\vec{E}}, \bar{z}^0]. \quad (14)$$

Вывод из формул (13) и (14):

поскольку  $\sqrt{\mu_a/\epsilon_a}$  – величина скалярная, то вектор  $\vec{E}$  связан с векторами  $\vec{H}$  и  $\bar{z}_0$  правой тройкой векторов (рис. 2).

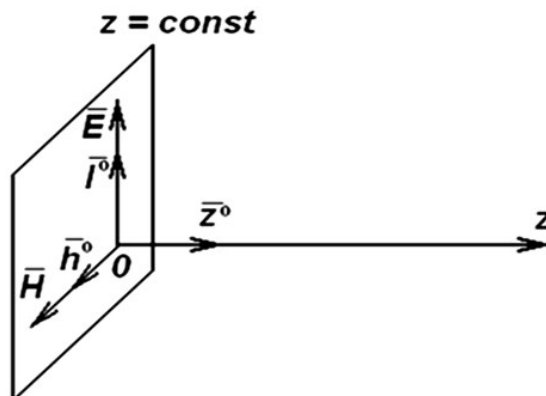


Рисунок 2 – Взаимная ориентация векторов поля плоской ЭМВ

Аналогично, вектор  $(-\vec{H})$  связан с векторами  $\vec{E}$  и  $\bar{z}^0$  также правой тройкой векторов, т.е. векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  взаимно перпендикулярны и перпендикулярны оси Oz (направлению распространения ЭМВ [7, 8, 9]. Выражения (13) и (14) получены из урав-



нений Максвелла, которые справедливы для любых электромагнитных волн, следовательно, сказанное выше можно распространить на более общие случаи распространения ЭМВ и утверждать, что в любой точке пространства в фиксированный момент времени векторы  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$  и  $\vec{S}$  (направление распространения) связаны правой тройкой векторов.

Волна, в которой векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  в любой момент времени лежат в плоскости, перпендикулярной направлению ее распространения, называется поперечной ЭМВ и обозначается символом ТЕМ – волна (Т – волна).

Рассмотрим фазовые соотношения между векторами ЭМП в идеальном диэлектрике.

Для определения фазовых соотношений между  $E$  и  $H$  воспользуемся формулой (13), которую запишем в виде:

$$\dot{E}\vec{\ell}_0 = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} [\dot{H}\vec{h}^0, \vec{Z}^0] = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} \dot{H}[\vec{h}^0, \vec{Z}^0] = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} \dot{H}\vec{\ell}_0. \quad (15)$$

Из выражения (15) следует, что:

$$\dot{E} = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} \dot{H} \quad \text{и} \quad \dot{E}/\dot{H} = \sqrt{\mu_a/\epsilon_a}. \quad (16)$$

В то же время из формулы (7) следует, что:

$$\frac{\dot{E}}{\dot{H}} = \frac{E_0}{H_0} e^{j(\varphi-\psi)}. \quad (17)$$

Из формул (16), (17) следует, что:

$$\varphi - \psi = 0 ; \quad e^{j(\varphi-\psi)} = 1 ; \quad \frac{E_0}{H_0} e^{j(\varphi-\psi)} = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} ; \quad \frac{\dot{E}}{\dot{H}} = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}}. \quad (18)$$

Из формулы (18) следует:

1. Векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  плоской волны, распространяющейся в идеальном диэлектрике синфазны (рис. 3).

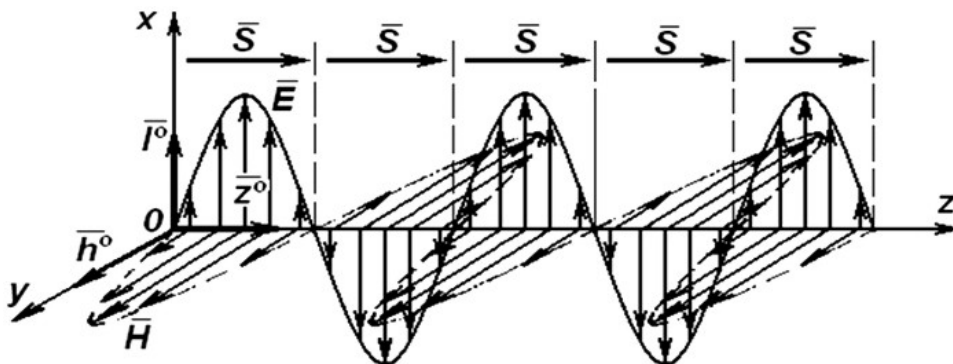


Рисунок 3 – Векторы  $E$  и  $H$  в идеальном диэлектрике

2. Вектор Пойнтинга  $\vec{S} = [\vec{E}, \vec{H}]$  в течение всего периода колебаний направлен вдоль оси  $z$  (рис. 3).

3. Поскольку для идеального диэлектрика  $\varphi - \psi = 0$ , то  $\sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} = \rho_c$  – характеристическое сопротивление среды – вещественное число. Для свободного пространства

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 377 \text{ Ом} = 120\pi \text{ Ом};$$

для любой среды:

$$\rho_c = \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}} = \sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0 \epsilon}} = 120\pi \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом}. \quad (19)$$

Характеристическое сопротивление среды  $\rho_c$  представляет собой расчетный параметр и определяет связь между комплексными амплитудами  $\dot{E}$  и  $\dot{H}$  ЭМП, распространяющимися в идеальном диэлектрике, который зависит только от параметров среды  $\epsilon_a, \mu_a$ .

Следует заметить, что характеристическое сопротивление среды не связано с потерями энергии. Это не сопротивление в привычном понимании слова, а названо так только по аналогии, так как отношение комплексных амплитуд  $\dot{E}$  и  $\dot{H}$  имеет раз-

мерность  $[\frac{B/M}{A/M} = \frac{B}{A} = \text{Ом}]$ .

Большую аналогию характеристическое сопротивление среды имеет с реактивным сопротивлением в цепях со сосредоточенными параметрами, содержащих (реактивные элементы) индуктивности и емкости [10, 11, 12, 13, 14, 15].

Характеристическое сопротивление среды нельзя непосредственно измерить, а можно только вычислить, если известны амплитуды электрического и магнитного поля, либо по электродинамическим параметрам  $\epsilon_a, \mu_a$ .

Определим фазовую скорость волны:

$$V_\phi = \frac{dz}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ \frac{1}{k} (\omega t + \psi - \text{const}) \right] = \frac{\omega}{k} = \frac{\omega}{\omega \sqrt{\epsilon_a \mu_a}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_a \mu_a \epsilon_0 \mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}} \langle c. \quad (20)$$

Так как относительные диэлектрическая и магнитная проницаемость в средах без потерь всегда больше единицы, то фазовая скорость ЭМВ в идеальном диэлектрике определяется только параметрами среды и всегда меньше скорости света.

ЭМП, у которого отсутствуют собственные электрические заряды, существует только за счет тока смещения и называется электромагнитными волнами (ЭМВ). Распространение ЭМВ происходит за счет взаимных переходов электрических составляющих поля в магнитные, и наоборот. При прохождении ЭМВ через непрерывные среды, а также через границы нескольких слоистых сред происходят процессы, характеризующие влияние среды распространения на параметры ЭМВ. Рассмотрим особенности этих процессов.

Волновой характер ЭМП аналитически доказывается приведением системы уравнений Максвелла к волновому уравнению Гельмгольца:

$$\begin{cases} \nabla^2 \bar{H} + k^2 \bar{H} = -\text{rot } \bar{J}; \\ \nabla^2 \bar{E} + k^2 \bar{E} = -\frac{\text{grad } \rho}{\epsilon_a} + j\omega \mu_a \bar{J}. \end{cases} \quad (21)$$

В общем случае комплексный коэффициент  $\tilde{k} = \omega \sqrt{\tilde{\epsilon}_a \mu_a}$  называют волновым коэффициентом. Система (21) носит название волновые уравнения для векторов ЭМП.

В дальнейшем систему (21) решают, учитывая электродинамические параметры среды и характер источников ЭМП.

В проводящей среде ( $\sigma_d \neq 0$ ):

$$\tilde{k} = \omega \sqrt{\tilde{\epsilon}_a \mu_a} = \omega \sqrt{\left( \epsilon_a - j \frac{\sigma}{\omega} \right) \mu_a} = k_\alpha - j k_\beta, \quad (22)$$

где  $k_\alpha$  – действительная часть комплексного коэффициента распространения ЭМВ в среде с потерями характеризует уменьшение амплитуды и называется коэффициентом затухания;  $k_\beta$  – мнимая часть  $\tilde{k}$ , характеризующая изменение фазы волны при распространении и называемая фазовым коэффициентом или волновым числом.

В выражении (22) комплексная диэлектрическая проницаемость  $\tilde{\epsilon}_a = \epsilon_a \left( 1 - j \frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} \right)$  может быть выражена через отношение:

$$\frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} = \operatorname{tg} \delta, \quad (23)$$

где  $\delta$  – угол тепловых потерь.

Решением волновых уравнений при таких условиях будет:

$$\dot{\vec{E}} = \bar{\ell}^0 E_0 e^{-jkz} e^{j\phi}, \quad \dot{\vec{H}} = \bar{h}^0 H_0 e^{-jkz} e^{j\psi}. \quad (24)$$

Из анализа формул (24) можно сделать следующий вывод: соотношения (24) описывают прямую плоскую волну, распространяющуюся вдоль оси z, векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  которой взаимно перпендикулярны и лежат в плоскости, перпендикулярной оси z, т.е. векторы  $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$ ,  $\vec{z}^0$  образуют правую тройку векторов.

С учетом формулы (22) выражения (24) запишутся как:

$$\begin{aligned} \dot{\vec{E}} &= \bar{\ell}^0 E_0 e^{-k_\alpha z} e^{-jk_\beta z} e^{j\phi}; \\ \dot{\vec{H}} &= \bar{h}^0 H_0 e^{-k_\alpha z} e^{-jk_\beta z} e^{j\psi}, \end{aligned} \quad (25)$$

а мгновенные значения  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  как:

$$\begin{aligned} \vec{E} &= \bar{\ell}^0 E_0 e^{-k_\alpha z} \cos(\omega t - k_\beta z + \phi); \\ \vec{H} &= \bar{h}^0 H_0 e^{-k_\alpha z} \cos(\omega t - k_\beta z + \psi). \end{aligned} \quad (26)$$

Из формул (24), (26) следует:

- коэффициент  $k_\alpha$  характеризует степень затухания амплитуд  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  при распространении ЭМВ вдоль оси z, т.е.  $k_\alpha$  – коэффициент затухания;
- коэффициент  $k_\beta$  характеризует степень изменения фазы  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  при распространении ЭМВ вдоль оси z, т.е.  $k_\beta$  – фазовая постоянная (имеет тот же физический

смысл, что и  $k$  в среде без потерь). Найдем зависимость коэффициентов  $k_\alpha$  и  $k_\beta$  от электромагнитных параметров среды  $\varepsilon_a, \mu_a, \sigma$ . Для этого формулу (22) возведем в квадрат. В результате найдем, что:

$$\begin{aligned}\omega^2 \varepsilon_a \mu_a &= k_\beta^2 - k_\alpha^2 ; \\ \omega \sigma \mu_a &= 2k_\alpha k_\beta .\end{aligned}\quad (27)$$

Решением системы уравнений (1.39) относительно  $k_\alpha$  и  $k_\beta$  являются выражения:

$$k_\beta = \omega \left[ \frac{\varepsilon_a \mu_a}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \left( \frac{\sigma}{\omega \varepsilon_a} \right)^2} \right) \right]^{1/2} ; \quad (28)$$

$$k_\alpha = \omega \left[ \frac{\varepsilon_a \mu_a}{2} \left( -1 + \sqrt{1 + \left( \frac{\sigma}{\omega \varepsilon_a} \right)^2} \right) \right]^{1/2} . \quad (29)$$

Если в выражениях (28) и (29)  $\sigma = 0$ , то  $k_\beta = \omega \sqrt{\varepsilon_a \mu_a} = k$ ;  $k_\alpha = 0$ .

Очевидно, что влияние параметров сред  $\varepsilon_a, \mu_a, \sigma$  происходит через коэффициенты  $k_\alpha$  и  $k_\beta$ . При всем многообразии материальных сред по характеру влияния на распространение радиоволн они могут быть классифицированы на ограниченное число групп.

#### Список литературы:

1. Панков В.П. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.
2. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 2(146). – С. 92–96.
3. Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174–179.
4. Панков В.П. Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2015. – № 2-2(22). – С. 47–51.
5. Оценка потенциальной точности алгоритма ориентации инерциальной навигационной системы / И.П. Шепеть [и др.] // НаукаПарк. – 2015. – № 4(34). – С. 86–89.
6. Диагностика микроволновых печей / В.П. Панков [и др.] // НаукаПарк. – 2015. – № 2(32). – С. 62–67.
7. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне. Стационарное электрическое и магнитное поле / В.П. Панков [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 156–163.
8. Экспериментальное исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне. Электростатическое поле / В.П. Панков [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 149–155.
9. Исследование электромагнитных свойств углеродных волокон и тканей с плазменным напылением / В.П. Панков [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 144–148.

10. Панков В.П. Граничные условия для касательных составляющих векторов электромагнитного поля / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 139–143.

УДК 621.315.5/6, 621.78

## ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ ◆◆◆◆ WEAR RESISTANT COATING OF PISTON RINGS

**Рубцов Н.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Панков В.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Зинченко И.Н.**

старший преподаватель,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Рачук И.П.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены и проанализированы основные функции, выполняемые поршневыми кольцами для двигателей внутреннего сгорания, виды износостойких покрытий и способы их нанесения на рабочие поверхности колец. Приведены основные свойства и уникальность каждого покрытия, а также сравнительные испытания образцов с покрытиями.

**Ключевые слова:** цилиндропоршневая группа, кольца, соответствие заданным параметрам, структура, микротвердость, адгезионная прочность, износ, рабочая поверхность.

**Rubtsov N.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Pankov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Zinchenko I.N.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Rachuk I.P.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article analyzes and considers the basic mechanical characteristics of coatings, as well as the dusting of rings of the cylinder piston group. The authors carried out tests to determine the bully resistance and wear resistance during operation of piston rings in various unfavorable modes and extreme operating conditions.

**Keywords:** cylinder piston group, rings, compliance with the specified parameters, structure, micro hardness, pressure distribution, wear and tear, working surface.

**П**оршневые кольца для двигателей внутреннего сгорания должны отвечать всем предъявляемым к динамическому уплотнению требованиям. Они должны не только выдерживать термические нагрузки, но и выполнять ряд следующих функций:

- предотвращение прорыва газов из камеры сгорания в картер (рис. 1а), во избежание снижения давления газов и мощности двигателя;
- уплотнение, то есть предотвращение попадания смазывающего масла из кривошипной камеры в камеру сгорания;
- распределение смазочного масла по стенке цилиндра (рис. 1б);
- стабилизация движения поршня – особенно на холодном двигателе и большом зазоре между поршнем и цилиндром;
- отвод тепла от поршня к цилиндру (рис. 1в).

Каждая из данных функций компрессионных поршневых колец является основной, обеспечивая наиболее надежные и благоприятные условия для общей работы цилиндропоршневой группы без задиров и различных деформаций.

На рабочие пояски или рабочие поверхности поршневых колец наносят покрытия, улучшающие трибологические свойства при их взаимодействии. Материал покрытия должен быть совместим как с материалами, из которых изготовлены поршневое кольцо и стенка цилиндра, так и со смазывающей средой.

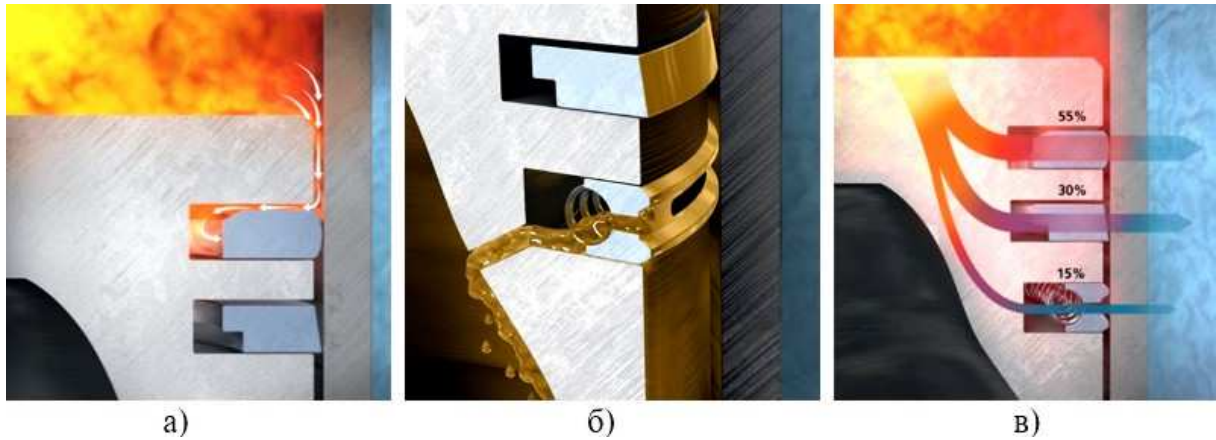


Рисунок 1 – Уплотнение от прорыва отработанных газов, (б) – съем и распределение масла, (в) – отвод тепла

На поршневые кольца серийных двигателей наносят покрытия из хрома, молибдена и феррооксида. На рисунке 2 изображены следующие способы нанесения покрытий на рабочие поверхности колец.

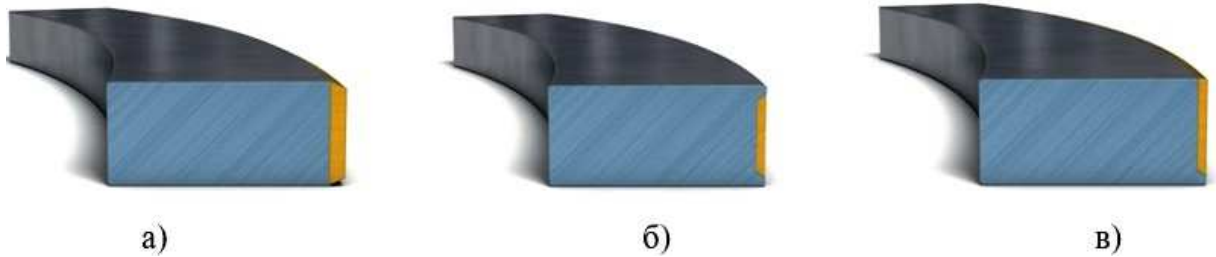


Рисунок 2 – С полным покрытием рабочей кромки (а), (б) – с покрытием центра рабочей кромки, (в) – с частичным покрытием рабочей кромки

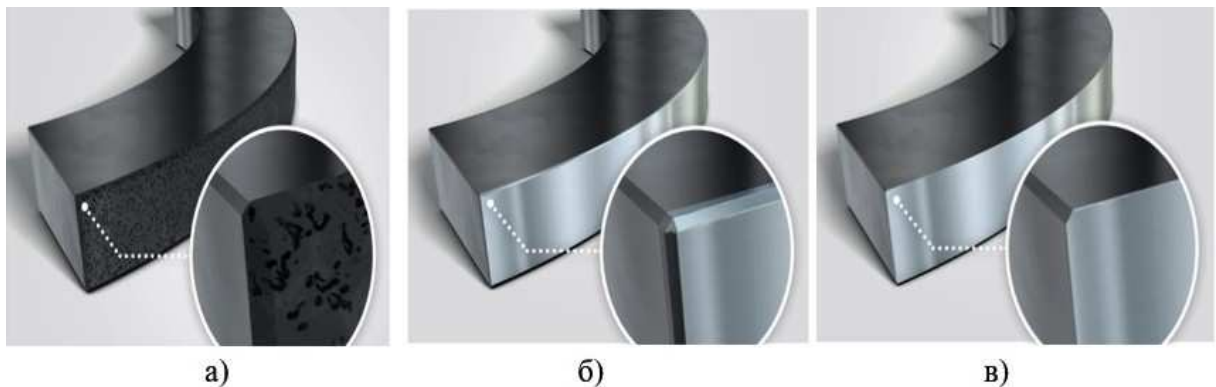


Рисунок 3 – Виды износостойких покрытий: (а) – молибденовое покрытие, (б) – гальванический слой, (в) – покрытие PVD

Во избежание снижения работоспособности и срока эксплуатации компрессионных (не маслосъемных) поршневых колец, их рабочая поверхность покрыта молибденом или может быть полностью им наполнена. Для этого используются методы как газопламенного, так и плазменного напыления. Благодаря высокой температуре плавле-

ния молибдена (2620 °С) обеспечивается чрезвычайно высокая термостойкость. Кроме того, технология нанесения покрытий приводит к образованию пористой структуры материала. В микропустотах, образующихся при этом на рабочей поверхности кольца – рис. 3(а), может скапливаться моторное масло. За счет этого обеспечивается наличие моторного масла для смазывания рабочей поверхности кольца даже при экстремальных режимах эксплуатации. Подведём итог, неповторимые свойства молибденового покрытия заключаются в оптимальных условиях при работе в аварийном режиме. Помимо высокой термостойкости и повышенной восприимчивости к загрязнениям, обеспечивается и повышенная восприимчивость к вибрациям поршневого кольца. Из-за этого возможно крошение молибдена при экстремальных нагрузках и прочих нарушениях режима сгорания.

Большинство хромовых покрытий наносится гальваническим способом, обеспечивая длительный срок службы за счет твердой поверхности, что в свою очередь позволяет снизить износ цилиндра исключая следы прижога в сравнении с поршневыми кольцами без покрытия. Однако свойства при работе в аварийном режиме хуже, чем у молибденовых покрытий. По причине высокой износостойкости приработка длится дольше, чем у неармированных поршневых колец, маслосъемных поршневых колец со стальными пластинками или маслосъемных поршневых колец U-Flex.

Покрытие PVD сокращенно от «Physical Vapour Deposition» (физическое осаждение из паровой фазы), – это вакуумная технология нанесения покрытий, при которой слои из высокопрочных материалов (CrN, нитрид хрома (III)) напрямую напыляются на поверхность поршневых колец. За счет чрезвычайно гладкой поверхности, потери на трение сводятся к минимуму.

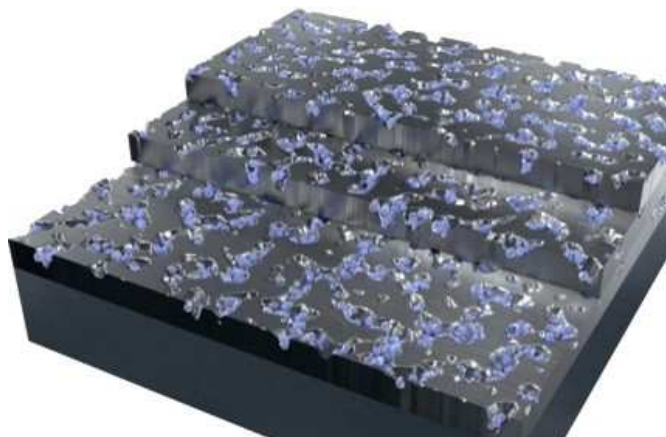


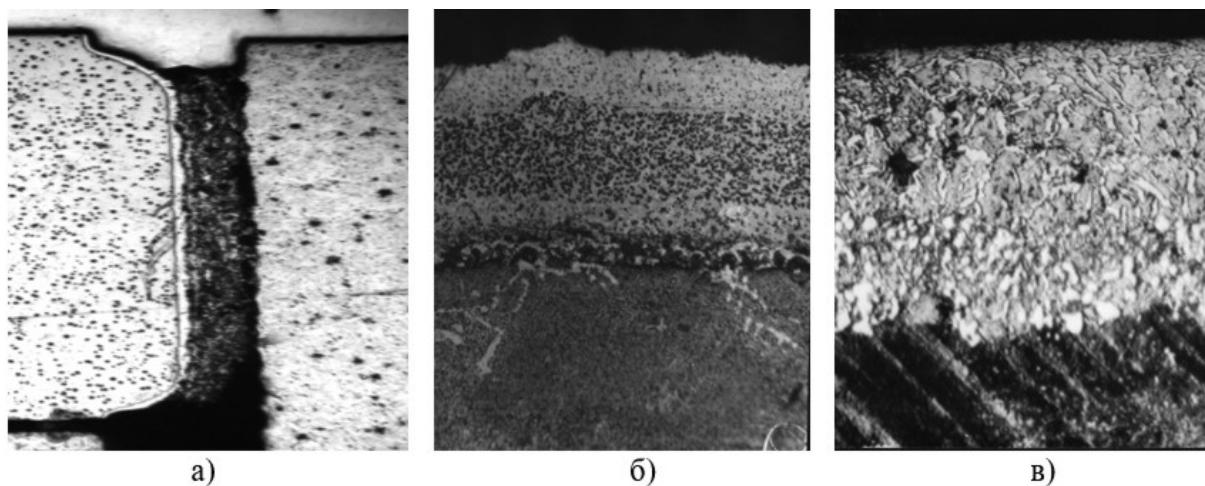
Рисунок 4 – Покрытия СК  
(Хромовая керамика) и DC (Diamond coated)

Покрытия СК (Хромовая керамика) и DC (Diamond coated) состоят из нанесенного гальваническим способом слоя хрома с сеткой микротрещин, в которые прочно внедрены твердые материалы. В качестве заполнителя используются керамика (СК) или микроалмазы (DC). Их свойства: минимальные потери на трение, длительный срок службы за счет заполнения твердыми материалами и максимальная износостойкость.

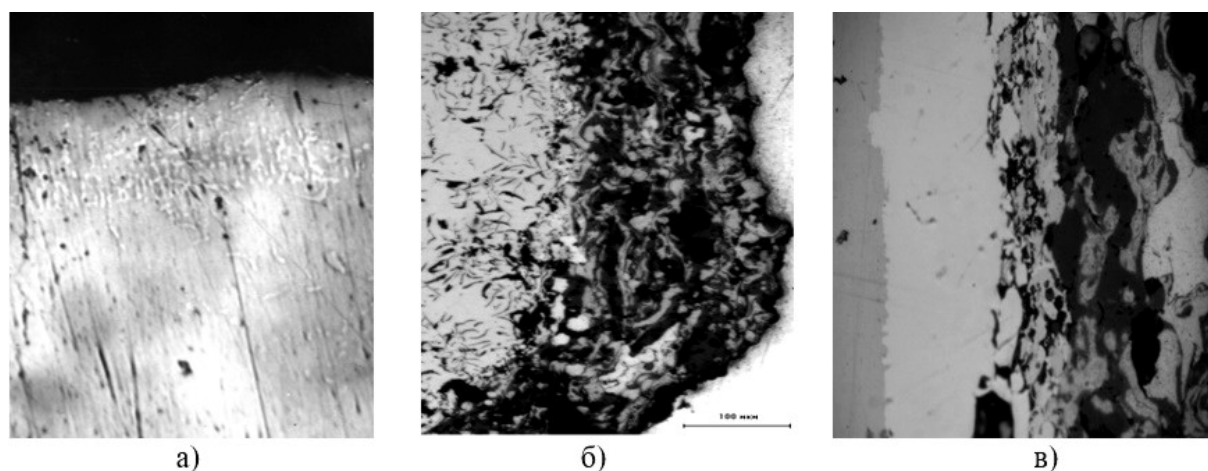
При выполнении этапа НИОКР были изготовлены опытные образцы деталей ЦПГ с нанесенными вариантами покрытий согласно плану экспериментальных работ:

– покрытие СДП-2+ВСДП16; хромоалитирование ( $\beta+\gamma$ -фаза); диффузионный хромоникельалюминиевый подслой ( $\beta$ -фаза); диффузионный подслой и хромоалитирование ( $\beta+\gamma$ -фаза); диффузионный подслой хрома и плазменное металлокерамическое покрытие; электролитический подслой хрома и металлокерамическое покрытие с керметной композицией различного состава; металлокерамическое покрытие; электролитический подслой хрома, адгезионный подслой, металлокерамическое покрытие; подслой и керамическое покрытие различной толщины для клапанов автомобилей (рис. 5–7):

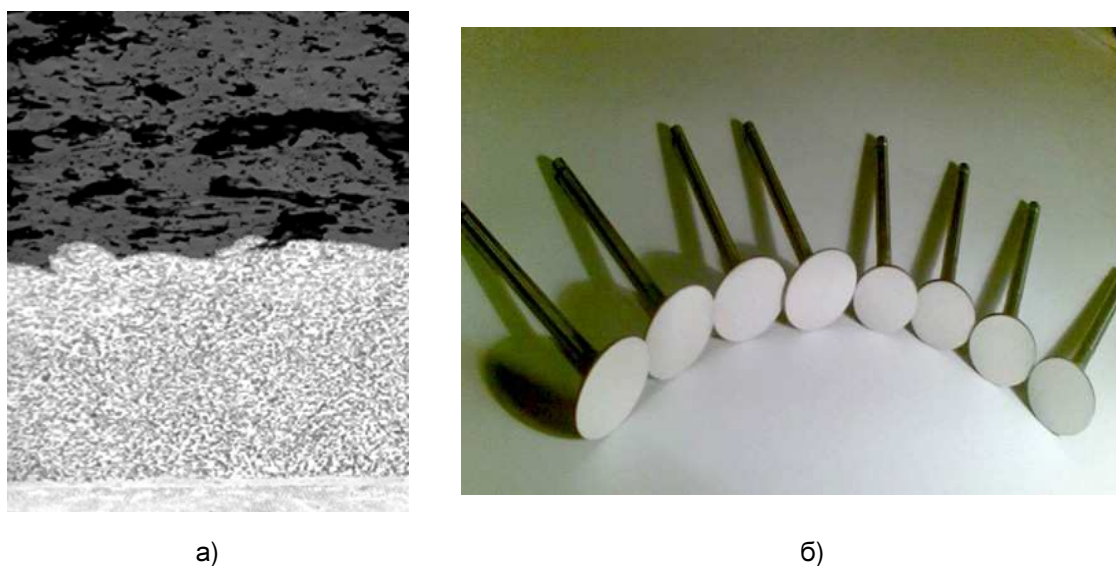




**Рисунок 5** – Внешний вид кольца с покрытиями: (а) – с подслоем и плазменным покрытием, б) – покрытие СДП-2 + ВСДП 16, в) – хромоалитирование ( $\beta + \gamma$ -фаза)



**Рисунок 6** – Кольца с покрытиями: (а) – диффузионный хромоникельалюминиевый слой ( $\beta$ -фаза), б) – керамическое покрытие компрессионного кольца с подслоем, в) – электролитический подслоя хрома, адгезионный подслоя, керамическое покрытие



а) б)

**Рисунок 7** – Керамическое покрытие – (а), б) – впускные и выпускные клапана с керамическим покрытием

Покрытия СДП2-ВСДП 16, диффузионный хромоникельалюминиевый подслоя ( $\beta$ -фаза), хромоалитирование ( $\beta + \gamma$ -фаза), диффузионный подслоя и хромоалитирование ( $\beta + \gamma$ -фаза) эффективны для защиты от коррозии и повышения теплостойкости клапанов, но требует использования вакуумного и вакуум-плазменного оборудования, что повышает их стоимость выше экономически рентабельного уровня. Диффузионный подслоя хрома под плазменное покрытие эффективен. Покрытие обладает высокой адгезионной прочностью, как со сплавом основы, так и керамикой, но экономически не эффективно, так как требует как вакуумного, так и плазменного оборудования, что значительно повышает стоимость работ. Электролитический подслоя хрома и керамическое покрытие, электролитический подслоя хрома, адгезионный подслоя, керамическое покрытие дают хорошие результаты покрытия по качеству. Подстраховывают друг друга при разрушениях слоев. Однако было не принято к дальнейшей разработке из-за двойных технологий, повышающих стоимость покрытия, роста толщины покрытия, что ведет к сколам покрытия при обработке и доведения размера кольца под калибр.

На основании сложившегося уровня затрат на современных заводах по производству поршневых колец и качеству покрытий принято решение об использовании технологии воздушно-плазменного напыления порошкового сплава (рис. 8, 9, 10, 11, 12).

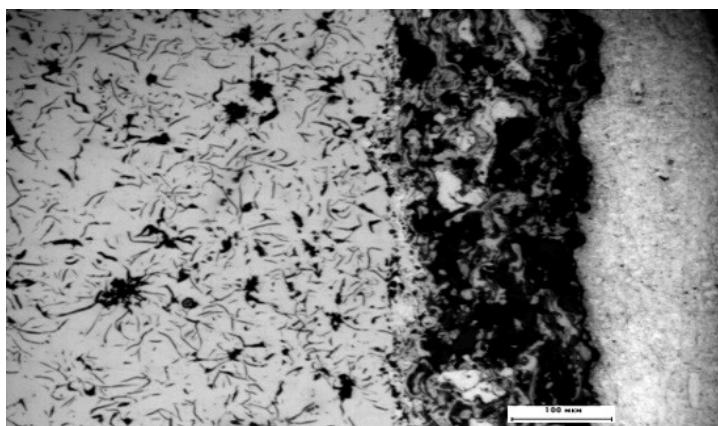


Рисунок 8 – Плазменное металлокерамическое покрытия с подслоем

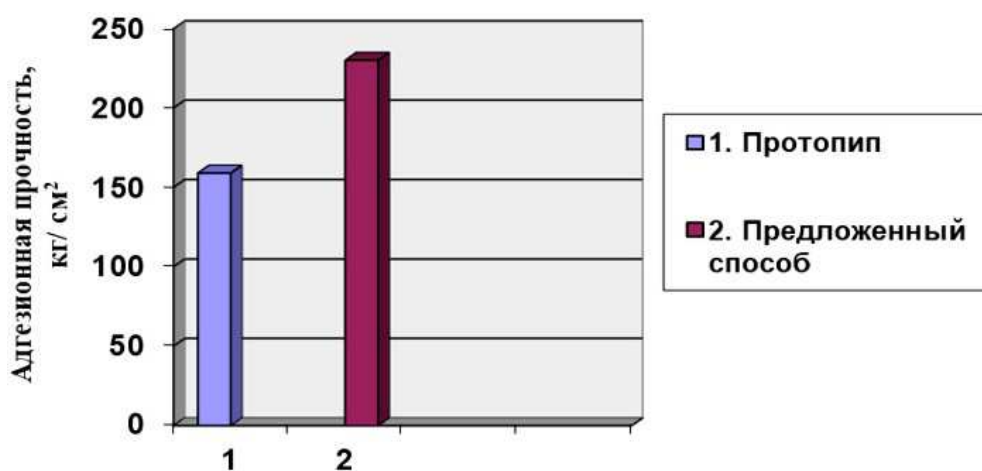


Рисунок 9 – Адгезионная прочность покрытий

Фазовый анализ покрытий: пористость – 12 %, соотношение керамика – металл 38–50 % в зависимости от состава смеси.

Опытные партии клапанов автотракторной техники (выпускные клапана тракторов МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-80Л) и поршневых колец с нанесенными покрытиями с геометрическими размерами деталей в соответствии ГОСТ, ТУ были установлены на двигатель Д-240 для проведения стендовых испытаний (рис. 12).

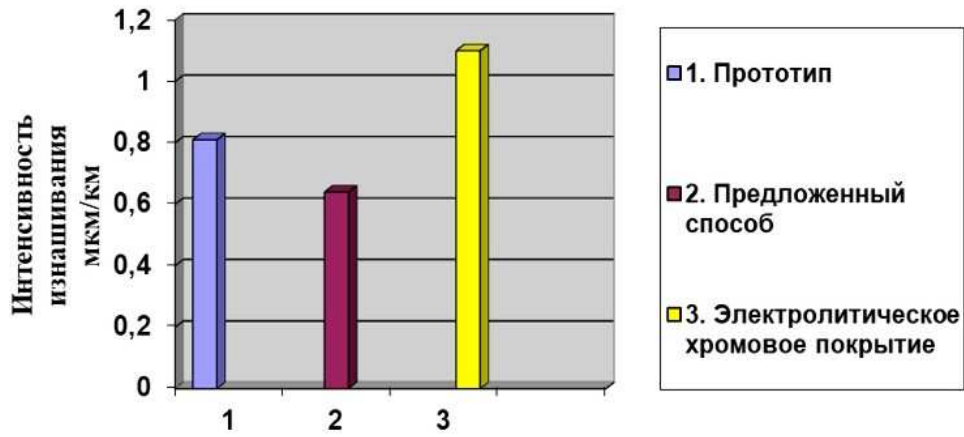
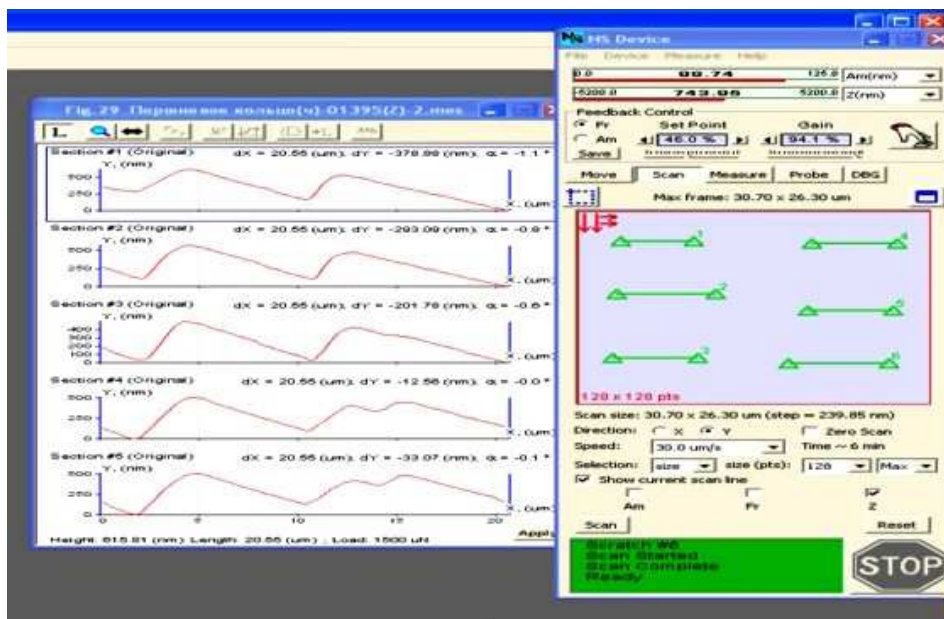
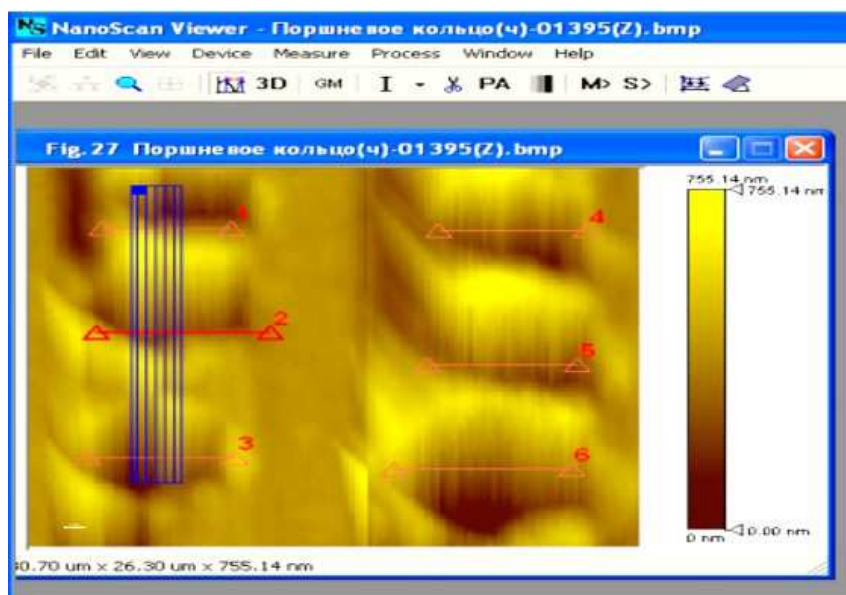


Рисунок 10 – Интенсивность изнашивания покрытий



а)



б)

Рисунок 11 – (а, б) Методика замера микротвердости на сканирующем твердомере НаноСкан 01



Рисунок 12 – Стенд натуральных испытаний деталей цилиндропоршневой группы

Наилучшие значения задиростойкости показали покрытия с однородной никельалюминиевой структурой. Значения задиростойкости комбинированных покрытий, нанесенных воздушно-плазменным методом, приблизительно одинакова. Это определяется не составом покрытий, а методом их нанесения – плазменным, с пористостью покрытий около 12–14 %.

Одинаковая пористость обеспечивает равную масловпитываемость и как следствие, близкие значения показаний задиростойкости.

Износ плазменных металлокерамических покрытий ниже электролитических и составляют соответственно 0.81 мкм/км и 1.1 мкм/км, при этом возрастание износа с увеличением скорости скольжения, значительно ниже в плазменных покрытиях.

#### Список литературы:

1. Жидков В.Е. Материалы для оборудования пищевых производств / В.Е. Жидков, В.П. Панков, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2/2(22). – С. 38–42.
2. Жидков В.Е. Металлические покрытия для повышения долговечности деталей бытовых машин / В.Е. Жидков, В.П. Панков // НаукаПарк. – 2013. – № 6(16). – С. 81–87.
3. Панков В.П. Плазменные комбинированные покрытия поршневых колец – инструмент повышения ресурса автотракторных ДВС / В.П. Панков, А.И. Шаталов, В.Е. Жидков // Автомобильная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 32–36.
4. Панков В.П. Исследование износостойкости и задиростойкости плазменных металлокерамических покрытий цилиндропоршневой группы автотракторной техники / В.П. Панков, В.Е. Жидков // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2014. – № 1. – С. 27–30.
5. Панков В.П. Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.
6. Панков В.П. Плазменные покрытия поршневых колец автотракторной техники / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. – № 4(124). – С. 37–42.
7. Жидков В.Е. Оптимизация процесса нанесения покрытий на клапана и поршневые кольца автотракторной техники / В.Е. Жидков, В.П. Панков, В.А. Соловьев // В сборнике: Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Международная научно-практическая конференция. Сборник в 2-х частях, под общей научной редакцией В.Е. Жидкова. – 2014. – С. 288–292.
8. Контроль состояния поршневых колец и требования к ним / В.П. Панков; Под общей научной ред. В.Е. Жидкова // В сборнике: Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Международная научно-практическая конференция. Сборник в 2-х частях. – 2014. – С. 309–314.

9. Жидков В.Е. Обработка деталей и покрытий поверхностным пластическим деформированием / В.Е. Жидков, В.П. Панков; Под общей научной ред. В.Е. Жидкова // В сборнике: Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Международная научно-практическая конференция. Сборник в 2-х частях. – 2014. – С. 292–297.
10. Исследование режимов обработки вальцов мукомольных мельниц с нанесенным покрытием / В.П. Панков [и др.] // НаукаПарк. – 2015. – № 2(32). – С. 58–62.

УДК 621.794

**ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ  
И ДИНАМИКИ КРАЕВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ ЛОПАТОК  
ТУРБИН АВИАЦИОННЫХ ГТД В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**



**STUDIES OF DISLOCATION STRUCTURE AND DYNAMICS  
OF EDGE DISLOCATIONS OF TURBINE ENGINES DURING OPERATION**

**Панков В.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Панков Д.В.**

Министерство обороны РФ  
kvvaul@mil.ru

**Фурсина А.Б.**

кандидат химических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Степанова М.В.**

старший преподаватель,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** Проведены исследования структурных изменений в сплавах лопаток турбин в процессе эксплуатации. Длительные испытания приводят к образованию дислокаций в твердом растворе, частицы интерметаллида свободны от дефектов. Структурной особенностью исследованного сплава являются крупные двойники. Длительное нагружение лопатки приводит к изменениям в карбидной фазе сплава. В рамках классической струнной модели интересны исследования нелинейной динамики краевой дислокации под действием равновесной внутренней силы.

**Ключевые слова:** сплав, лопатка, турбина, твердый раствор, дислокация, двойник, карбидная фаза, динамика струны.

**Pankov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Pankov D.V.**

Ministry of Defense  
of the Russian Federation  
kvvaul@mil.ru

**Fursina A.B.**

PhD in Chemical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Stepanova M.V.**

Senior Lecturer,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** Studies of structural changes in the alloys of turbine blades during operation have been carried out. Long-term tests lead to the formation of dislocations in solid solution, intermetallic particles are free from defects. The structural feature of the investigated alloy is large twins. Prolonged loading of the blade leads to changes in the carbide phase of the alloy. Within the framework of the classical string model, studies of the nonlinear dynamics of the edge dislocation under the action of an equilibrium internal force are interesting.

**Keywords:** alloy, blade, turbine, solid solution, dislocation, twin, carbide phase, string dynamics.

**П**роблемы создания эффективно и надежно работающих газовых турбин являются наиболее сложными среди многочисленных проблем, возникающих на пути совершенствования газотурбинных двигателей.

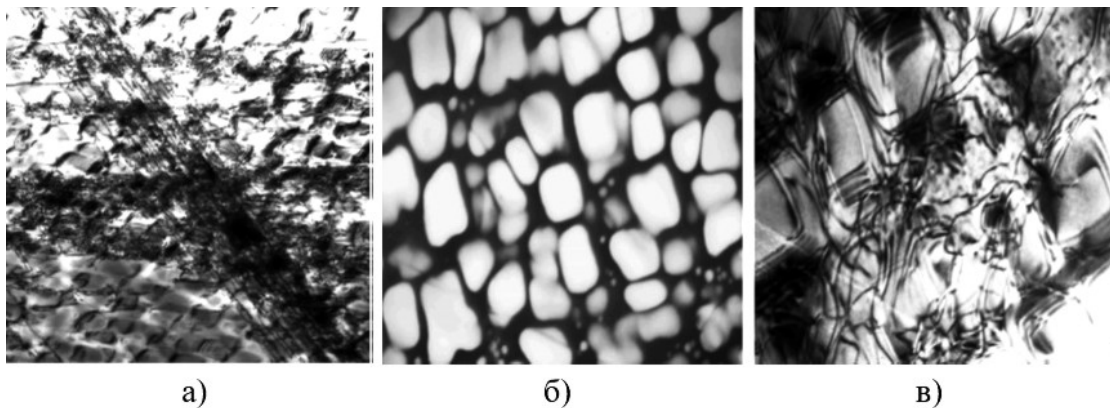
Важными элементами турбины являются рабочие и сопловые лопатки, материал и конструкция которых определяют допустимую температуру газа перед турбиной, и тем самым непосредственно влияют на удельную тягу, экономичность и другие характеристики двигателя. Работая при высоких температурах и напряжениях, лопатки турбин, в значительной мере определяют надежность и ресурс двигателя. Для изготовления деталей газовых турбин работающих в условиях воздействия газового потока, широкое применение нашли жаропрочные сплавы на основе никеля, имеющие высокие механические свойства [1].

При эксплуатации в сплаве лопаток под воздействием высокой температуры и напряжений накапливаются структурные изменения, которые снижают его жаропрочность [2, 3, 4, 5, 6].

Частицы  $\gamma'$ -фазы в процессе эксплуатации укрупняются и вытягиваются в направлении, перпендикулярном действиям напряжений. Исходная  $\gamma'$ -фаза расслаивается на две фракции, по разному обогащенные  $\gamma'$ -образующими элементами (Ti, Nb, Al, V), что приводит к химической неоднородности сплава и последующему повышению температуры полного растворения его  $\gamma'$ -фазы. В результате карбидных реакций изменяется морфология карбидной фазы. Происходит дополнительное выделение карбидов по границе зерен. В твердом растворе и на поверхности раздела  $\gamma/\gamma'$ -фаз заметно повышается плотность дислокаций. По границам зерен образуется каркас из карбидных частиц, окруженных практически сплошным слоем  $\gamma'$ -фазы. В подповерхностных зонах и междендритных областях развивается субмикроскопическая пористость.

Во всех участках пера лопатки после эксплуатации наблюдается полосовая дислокационная структура в сочетании со свободными от дислокаций областями (рис. 1а).

На спинке и «корыте» пера полосы скольжения более многочисленны. В центральной части пера полосы присутствуют, но их существенно меньше. Основная часть дислокаций сосредоточена в участках твердого раствора, что подтверждается темнопольными изображениями в рефлексе  $\gamma'$ -фазы: частицы интерметаллида свободны от дефектов (рис. 1б). Частицы упрочняющей интерметаллидной  $\gamma'$ -фазы в основном сохраняют свою кубоидную морфологию и остаются когерентными с никелевым  $\gamma$ -твердым раствором. На светлопольных изображениях на границе  $\gamma$ - $\gamma'$  наблюдается полосчатый  $\delta$ -контраст (рис. 1в). В центральной части пера кубоиды  $\gamma'$ -фазы более регулярные по расположению и размерам (250 нм), что говорит о меньшем уровне напряжений по сравнению со спинкой пера [7, 8, 9, 10].



**Рисунок 1** – Полосы деформации в спинке пера лопатки из никелевого жаропрочного сплава (а), упрочняющая интерметаллидная фаза в центральной части пера лопатки из сплава: а – темнопольное изображение в рефлексе  $\gamma'$ -фазы; б – светлопольное изображение

На спинке пера заметны процессы коагуляции. Размер кубоидов в этой части лопатки увеличен в среднем до 400 нм. Интерметаллидная фаза в этой части пера более активно участвует в процессе деформации. Внутри кубоидов видны дислокации, отдельные частицы подверглись фрагментации.

Структурной особенностью исследованного сплава являются крупные двойники. Они наблюдаются уже при оптической металлографии. Заметим, что двойникование в целом не свойственно жаропрочным никелевым сплавам [11, 12, 13]. Двойники деформации наблюдаются, как правило, или при низкотемпературной деформации, или при высокоэнергетических воздействиях (деформация взрывом, аварийное разрушение лопатки во время работы турбины при ударе осколками соседней лопатки) [14]. Двойники отжига для данных сплавов также не характерны. Образование двойников отжига является способом релаксации напряжений при нагружении ввысокотемпературной области, и в нашем случае произошло, скорее всего, вследствие кратковременного превышения рабочей температуры лопатки в ходе ее эксплуатации при забросе темпе-

ратуры из камеры сгорания в проточную часть. На спинке и в вогнутой части пера наблюдаются единичные микродвойники (рис. 2а). Они также являются двойниками отжига. Наблюдается типичная для ГЦК кристаллов система двойникования по плоскостям типа  $\{111\}$  в направлении  $\langle 112 \rangle$ .

В структуре «корыта» лопатки наблюдаются дефекты упаковки, которые проходят насквозь через частицы интерметаллида и области твердого раствора. Этот факт подтверждается тем, что такие дефекты видны на темнопольных изображениях как в структурных, так и в сверхструктурных рефлексах. Анализ электронномикроскопических изображений позволяет определить их как дефекты упаковки вычитания.

Длительное нагружение лопатки приводит к изменениям в карбидной фазе сплава. Исходно она была представлена карбидами типа  $MeC$  ( $NbC$ ). Из-за низкого содержания углерода в сплаве такие карбиды находились преимущественно на границах зерен. В теле зерна их было существенно меньше. По мере наработки происходит карбидная реакция с выделением на границе зерна карбидов на основе хрома типа  $Me_23C_6$  (рис. 2б). Последовательность карбидных реакций для данного сплава хорошо известна:  $MeC \rightarrow Me_23C_6 \rightarrow Me_6C$ .

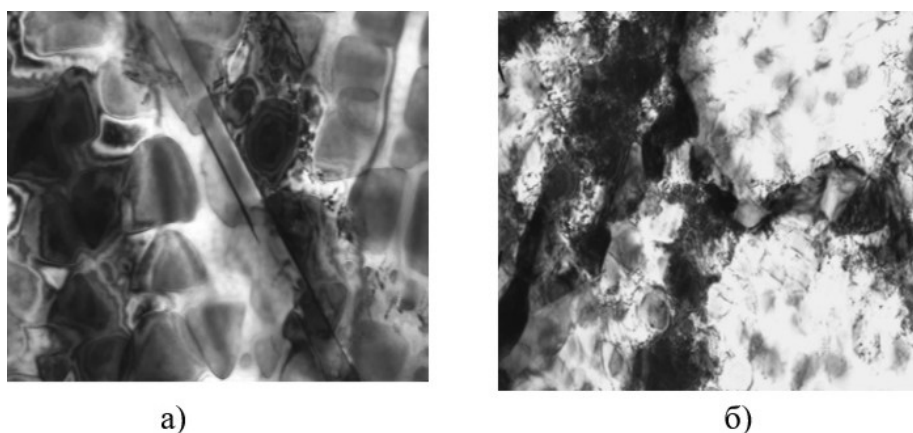


Рисунок 2 – Микродвойник вблизи трещины в пере лопатки (светлопольное изображение) (а), карбиды  $Me_23C_6$  в вогнутой части пера лопатки (б)

Карбид  $Me_6C$ , как правило, имеет игольчатую морфологию, и его появление могло бы существенно снизить устойчивость сплава к образованию трещин. У исследуемой лопатки из сплава I отдельные усталостные трещины хорошо видны у кромки пера и на торцевой поверхности замка (рис. 3а). Трещины имеют длину до 10 мм с раскрытием практически по всей длине на 0.2–0.4 мм. Структурное состояние материала вблизи усталостной трещины имеет свои особенности. В зоне между двумя трещинами при электронно-микроскопических исследованиях наблюдаются множественные тонкие микродвойники. (рис. 3б).

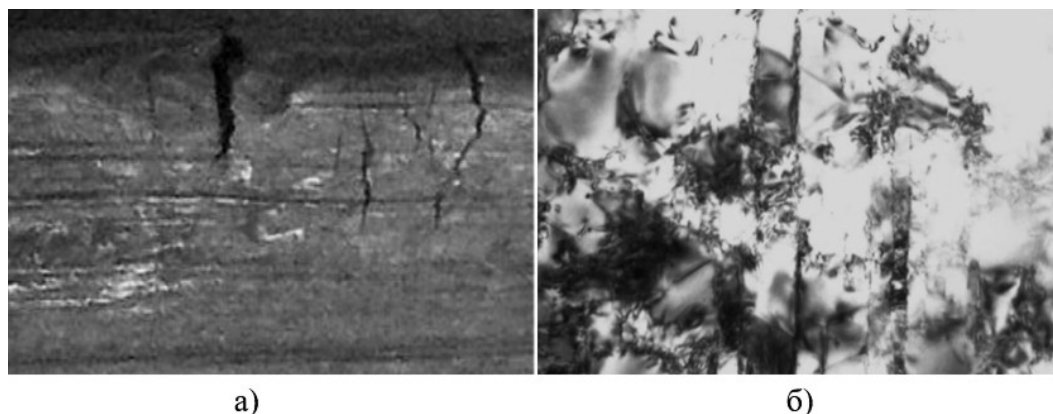


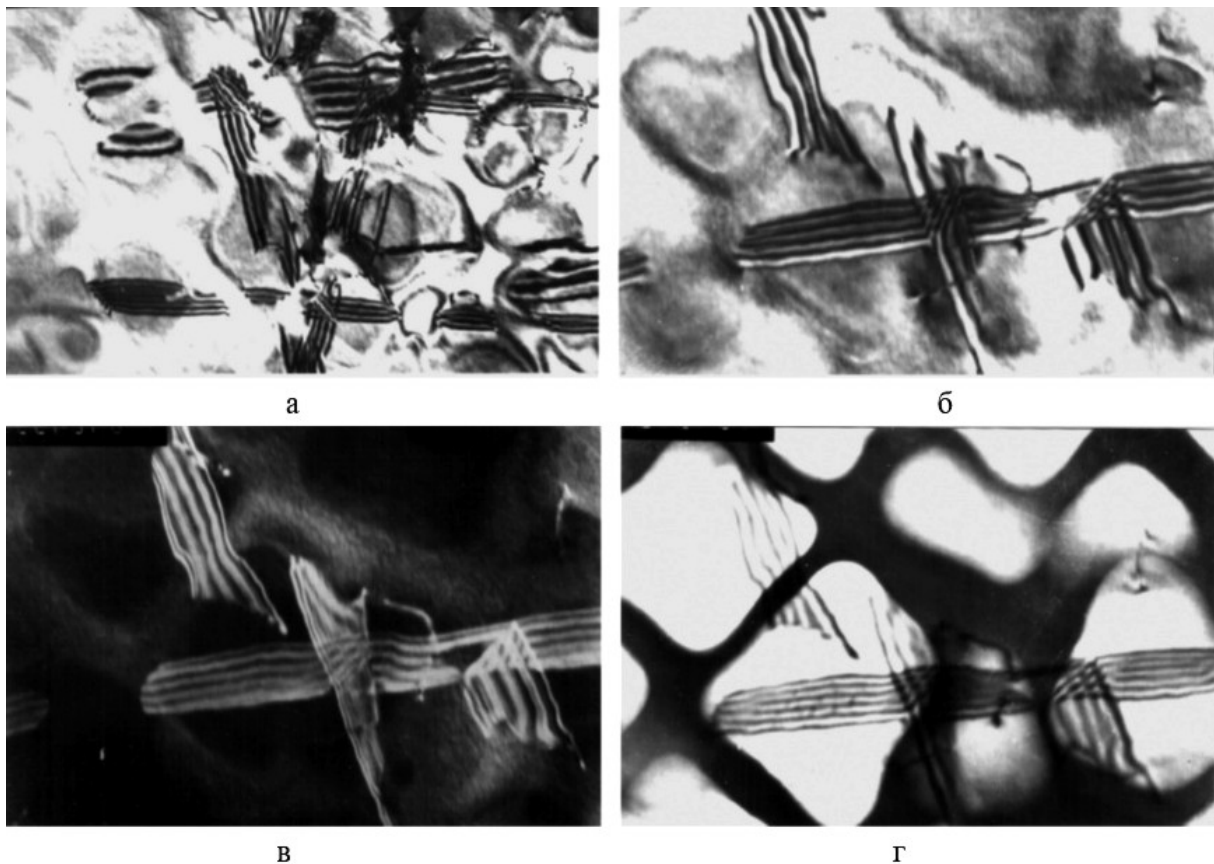
Рисунок 3 – Структура вблизи усталостных трещин на торце замковой части лопатки: а – усталостные трещины, оптическая фотография; б – электронограмма с участка, содержащего микродвойники (светлопольное изображение)



Еще одной особенностью структуры пера лопатки является присутствие в нем многочисленных дефектов упаковки. Они хорошо видны при больших увеличениях внутри полосы деформации в спинке пера (рис. 4а). Каждый из дефектов проходит и через области твердого раствора, и через частицы интерметаллида. Об этом говорит тот факт, что один и тот же дефект виден на темнопольных изображениях как в структурном, так и в сверхструктурном рефлексах (рис. 4б – 4г).

Пониженная жаропрочность сплава лопаток турбин, наличие термоусталостных трещин в покрытиях может привести к распространению трещин в сплав, обрыву лопаток, разрушению турбин и ГТД.

Дислокации являются важнейшими линейными дефектами. Концентрация дислокаций достаточно велика и увеличивается на несколько порядков при пластической деформации. В рамках классической струнной модели Гранато-Люке интересны исследования нелинейной динамики краевой дислокации под действием равновесной внутренней силы.



**Рисунок 4** – Дефекты упаковки в спинке пера лопатки:  
 а – светлопольное изображение, общий план; б – светлопольное изображение, в,  
 г – темнопольные изображения в структурном и сверхструктурном рефлексе ( $\psi'$ -фаза)

Краевая дислокация длиной  $L$  представляется в виде струны, расположенной на оси  $Ox$ , концы которой закреплены в точках с координатами  $\{0, L\}$ . Колебания струны происходят в плоскости скольжения  $xy$ . В такой геометрии смещение сегмента краевой дислокации  $w(x, t)$  описывается известным уравнением [15]:

$$m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - K_0 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + b \sigma_p \sin\left(\frac{2\pi w}{\alpha}\right) = bF(t) - \delta' \frac{\partial w}{\partial t} \quad (1)$$

С граничными условиями:

$$w(0, t) = w(L, t) = 0,$$

где  $m = \left(\frac{\rho b^2}{4\pi}\right) \ln\left(\frac{L}{b}\right)$  – эффективная масса единицы длины дислокации;  $\rho$  – модуль вектора Бюргерса;  $\delta' = 10^{-5} - 10^{-2}$  кг/(м·с)  $\delta' = 10^{-5} - 10^{-2}$  кг/(м·с) – коэффициент дислокационного трения;  $K_0 = Gm/\rho$  – коэффициент линейного натяжения дислокации;  $G$  – модуль сдвига кристалла;  $a$  – постоянная решетки кристалла;  $\sigma_p = (10^{-4} - 10^{-2})G$  – характерное напряжение Пайерлса;  $L = (10 - 10^4)b$  – характерная длина дислокации  $F(t) = F(t + T_0)$  – внешнее периодическое силовое воздействие;  $T_0$  – период внешней силы.

Характерные значения параметров дислокационной струны:

$$m \approx 10^{-16} \text{ кг/м}; G \approx 50 \text{ ГПа}; a/2 = b/3 \approx 10^{-10} \text{ м};$$

$$\sigma_p \cdot 10^3 \approx \sigma_0 \cdot 10^4 \approx G; P \approx (10^{-3} - 10^{-1})G. \quad (2)$$

Первым и вторым слагаемыми правой части уравнения (1) описывается вклад внешних и диссипативных сил. Однако в правой части уравнения (1) не учтена постоянная сила, которая действует на краевую дислокацию и может приводить к ее переползанию.

Известно, что на единицу длины краевой дислокации (рис. 5) действует постоянная и ориентированная вдоль оси  $O_y$  квазиупругая сила  $F_y$  – так называемая сила переползания:

$$F_y = \frac{2}{3} bP, \quad (3)$$

где  $P$  – однородная нагрузка, сдвливающая вдоль оси  $x$ .

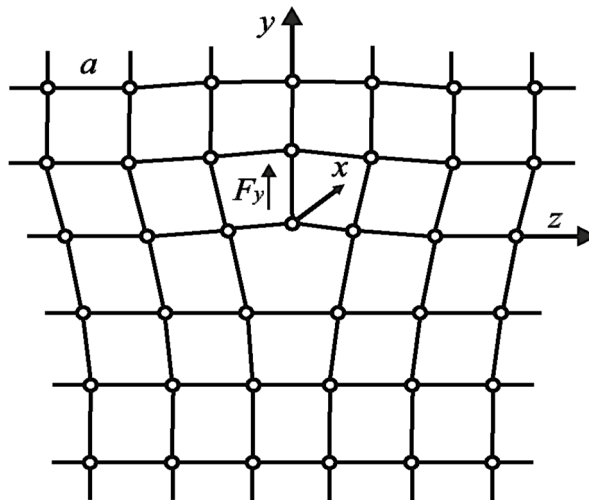


Рисунок 5 – Краевая дислокация

В равновесном состоянии действие этой силы уравновешено силой трения, и дислокация находится в покое. Отклонение сегмента струны от положения равновесия вдоль оси  $Oy$  приводит к возникновению возвращающей силы:

$$\Delta F_y = -\lambda w(x, t),$$

где  $\lambda$  – коэффициент жесткости струны в поперечном направлении. Потенциальная энергия сегмента определяется выражением:

$$\Delta W(x, t) = \lambda \frac{[w(x, t)]^2}{2},$$

откуда нетрудно оценить проекции сил, действующих на единицу длины сегмента струны:

$$F_y(x, t) \approx - \left[ \frac{d\Delta W}{dw(x, t)} \right] \frac{1}{\Delta x} \approx -\lambda \frac{\partial w}{\partial x} \approx F_x(x, t). \quad (4)$$

Величину коэффициента жесткости  $\lambda$  можно определить из следующих соображений. Малое отклонение сегмента единичной длины от положения равновесия приводит к возникновению возвращающей силы, эффективное ускорение которой  $g^*$  направлено против оси  $Ox$  и равно  $g^* = -2bP/3m$ .

Изменение потенциальной энергии единичного сегмента струны аналогично изменению потенциальной энергии элемента жидкости на поверхности воды в поле силы тяжести Земли. Такое изменение потенциальной энергии определяется выражением  $\Delta U(x, t) = mg^* w(x, t)$ .

Соответствующая сила, действующая на единичный сегмент струны вдоль оси  $Ox$ , равна:

$$F_x(x, t) = -mg^* \frac{\partial w}{\partial x}. \quad (5)$$

Из сравнения (4) и (5) следует  $\lambda = mg^*$ .

Таким образом, на сегмент краевой дислокации в направлении оси  $Ox$  действует дополнительная нестационарная сила (4), учет которой в правой части исходного уравнения (1) преобразует его к виду:

$$m \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - K_0 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + b\sigma_P \left( \frac{2\pi w}{\alpha} \right) = bF(t) - \delta' \frac{\partial w}{\partial t} - mg^* \frac{\partial w}{\partial x}. \quad (6)$$

с нулевыми граничными условиями на концах струны  $w(0, t) = w(L, t) = 0$

Для безразмерной величины смещения  $y = 2\pi w/\alpha$  и в безразмерных переменных  $t = \tau t_0$ ,  $x = \xi x_0$  уравнение (6) и граничные условия к нему принимают вид:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} - \frac{\partial^2 y}{\partial \xi^2} + \sin(y) = \Phi(\tau) - \delta \frac{\partial y}{\partial \tau} - \beta \frac{\partial y}{\partial \xi}. \quad (7)$$

$$y(0, \tau) = y\left(\frac{L}{x_0}, \tau\right) = 0,$$

где:

$$t_0^2 = \frac{am}{2\pi b\sigma_P};$$

$$x_0 = s_0 t_0;$$

$$s_0^2 = \frac{K_0}{m};$$

$$\delta = \frac{\delta'}{m} t_0;$$

$$\beta = \frac{g^* x_0}{s_0^2};$$

$$\Phi(\tau) = \frac{F(\tau)}{\sigma_P}.$$

Для описания волн, распространяющихся по дислокационной струне, необходимо исследовать их дисперсионные свойства. Полагая, что в уравнении (7) внешние силы отсутствуют ( $|\Phi(\tau)| = 0$ ), а волны имеют малую амплитуду ( $|y| \ll 1$ ), и подставляя в линеаризованное уравнение (7) решение в виде:

$$y(\xi, \tau) = A \exp(ik\xi - i\omega\tau),$$

где  $A$  – амплитуда волны,  $k$  и  $\omega$  – волновое число и частота волны, получаем дисперсионное уравнение для колебаний дислокационной струны в виде:

$$k^2 - \omega^2 + 1 = i\delta(\omega - kS), \quad (8)$$

где  $S = \beta/\delta$  – характерная скорость распространения волны по дислокационной струне.

Из (8) следует, что волны малой амплитуды устойчивы при распространении с дозвуковой скоростью ( $S \leq 1$ ). Волны со сверхзвуковой скоростью ( $S > 1$ ) также устойчивы, но только при выполнении условия:

$$k < k_* = (S^2 - 1)^{-1/2}. \quad (9)$$

При  $k > k_*$  сверхзвуковые волны неустойчивы.

Таким образом, при малом внутреннем трении  $\delta$  и большой силе переползания  $\beta$  коротковолновые возмущения нарастают во времени и могут создавать перегиб на линейной дислокации.

В безграничной среде и в отсутствие внешних сил ( $|\Phi(\tau)| = 0$ ) нелинейные колебания дислокационной струны описываются уравнением (7). Полагая в (7)  $\eta = \xi - S\tau$ , получаем уравнение СГ для равновесного смещения  $y(\eta) \equiv y_1$ :

$$(1 - S^2) \frac{d^2 y_1}{d\eta^2} - \sin(y_1). \quad (10)$$

Решения этого уравнения хорошо изучены и в простейшем случае описываются перегибами разного знака на дислокационной линии, распространяющимися по струне со скоростью  $\pm S$ :

$$y_1 = 4 \operatorname{arctg} \left[ \exp \left( \pm \frac{\xi - S\tau}{\sqrt{1 - S^2}} + \eta_0 \right) \right], \quad (11)$$

где  $\eta_0$  – произвольная константа,  $|S| \leq 1$ .

Скорость  $S$  распространения солитона (11) конечна и определяется отношением силы переползания дислокации к силе внутреннего трения кристалла. Однако уравнение (7) допускает еще один класс решений. Эти решения возникают, если предположить, что отклонение дислокационного сегмента можно представить в виде  $y(\mu) \equiv y_2$ , где  $\mu = \xi \pm \tau$  – новая независимая переменная. Исходное уравнение в этом случае преобразуется к виду

$$\delta(\mp 1 - S) \frac{d y_2}{d \mu} - \sin(y_2) = 0. \quad (12)$$

В простейшем случае решение уравнения (12) имеет вид солитона:

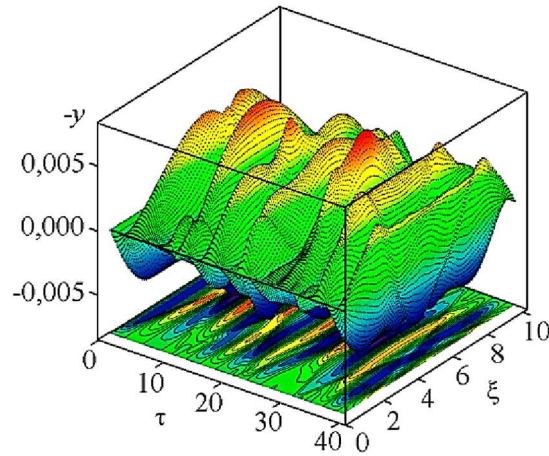
$$y_2 = 2 \operatorname{arctg} \left\{ \exp \left[ \frac{\xi \pm \tau}{\delta(\mp 1 - S)} + \mu_0 \right] \right\}, \quad (13)$$

где  $\mu_0$  – произвольная константа с новыми, отличными от предыдущего решения, свойствами.

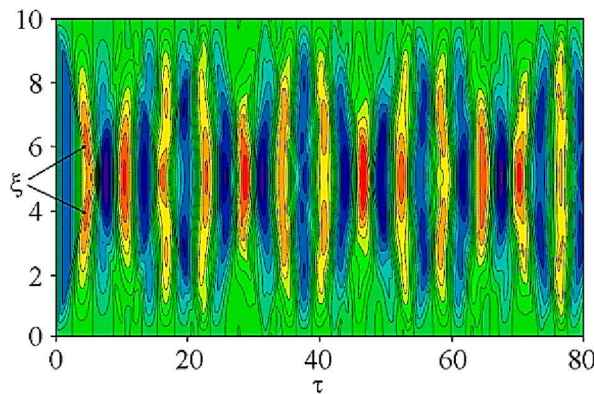
Первое отличие заключается в том, что солитон (13) распространяется только со скоростью звука  $s_0$ . Второе отличие – параметр  $S$  может принимать любые значения. Третье отличие связано с тем, что форма солитона (13) не одинакова для продольного (вдоль оси  $Ox$ ) и обратного направлений его распространения. Такой характер решения (13) подтверждает ранее отмеченную анизотропию распространения волн по дислокационной струне. Так как в аналитическом виде получить решение однородного уравнения СГ с граничными условиями (1) невозможно, воспользуемся результатами численного решения, полученного с использованием конечно-разностной схемы, в которой дискретизировалась пространственная переменная, а полученная таким образом система обыкновенных дифференциальных уравнений по времени интегрировалась стандартным методом.

При численном исследовании уравнения (7) необходимо определить диапазоны изменения его коэффициентов в правой части. Из (2) следует, что диапазон изменения коэффициентов  $\delta$  и  $\beta$  довольно широк и перекрывается:  $\delta \approx 10^{-1} - 10^2$ ,  $\beta \approx 10^{-1} - 10$ . При этом характерные значения времени, расстояния и скорости равны  $t_0 \approx 4,6 \cdot 10^{-12}$  с,  $x_0 \approx 1,3 \cdot 10^{-8}$  м и  $s_0 \approx 2,9 \cdot 10^3$  м/с. На рисунке 6 приведены результаты численного решения однородного ( $\delta = \beta = 0$ ) уравнения СГ с нулевыми граничными условиями, которое представляет собой поверхность, заметаемую дислокационной струной с безразмерной длиной  $\xi_* \equiv L/x_0 = 10,0$  за интервал времени  $0 \leq \tau \leq \tau_* \equiv 40,0$  (верхняя поверхность) и линии ее уровня (нижняя плоскость). Там, где на рисунках не указан интервал изменения времени  $\tau$ , необходимо считать его равным  $0 \leq \tau \leq 40,0$ . Безразмерная длина струны полагается неизменной и равной  $\xi_* = 10,0$ . На более подробном графике изменения амплитуды колебаний дислокационной струны (рис. 7), на котором

временной диапазон увеличен в два раза,  $0 \leq \tau \leq 80,0$ ) видно, что в начальный момент времени образуются два ярко выраженных солитона, положение которых указано стрелками.



**Рисунок 6** – Нелинейная динамика дислокационной струны при  $\delta = 0,0$ ,  $\beta = 0,0$  с нулевыми граничными условиями



**Рисунок 7** – Линии уровней нелинейной динамики дислокационной струны при  $\delta = 0,0$ ,  $\beta = 0,0$  с нулевыми граничными условиями

Динамика струны описывается уравнением СГ с граничными условиями (1). Предполагается, что внешняя сила отсутствует, то есть  $|\Phi(\tau)| = 0$ . Результаты численного решения уравнения (1) с нулевыми граничными условиями на концах струны для значений параметров  $\delta = 0,3$ ,  $\beta = 0,1$  и  $\delta = 0,1$ ,  $\beta = 0,3$  приведены на рисунок 8. Как видно, для волн, распространяющихся в положительном направлении оси  $\xi$  максимальная амплитуда колебаний струны, смещается в том же направлении, и эта тенденция сохраняется как для  $S > 1$ , так и для  $S < 1$  при существенном отличии динамики струны для  $S > 1$  и  $S < 1$  при больших временах  $\tau \geq 10$ . Отличие заключается лишь в том, что при больших уровнях диссипации амплитуда колебаний струны быстро затухает и смещение максимума амплитуды в положительном направлении оси  $\xi$  выражено слабо.

Внешняя сила задается в виде:

$$\Phi(\tau) = 0,1 \cos(\Omega\tau), \quad (14)$$

а при расчетах используется та же гибридная схема аппроксимации, что и ранее. Результаты численного моделирования приведены на рисунке 8. Безразмерная частота изменения внешней силы варьировалась в пределах  $0,2 \leq \Omega \leq 2,0$ .

Анализ результатов показывает, что наибольшая амплитуда колебаний наблюдается при воздействии на дислокацию внешней силы с резонансной частотой  $\Omega = 1$  (рис. 8г), при этом амплитуда колебаний струны значительно (в 200 раз) больше амплитуды колебаний в отсутствие внешней силы [16].

Для остальных значений частоты внешней силы (рис. 8 а–в) амплитуда колебаний значительно меньше, и эти режимы не могут приводить к переползанию дислокации. Для оценки увеличения кинетической энергии дислокационной струны в поле внешней силы вводится функционал, определяющий среднюю кинетическую энергию струны длиной  $L$  за промежуток времени  $T$ :

$$W = \frac{m}{2} \frac{1}{LT} \iint_{00}^{LT} \left( \frac{\partial w}{\partial t} \right)^2 dt dx, \quad (15)$$

или в безразмерном виде:

$$H \equiv \frac{W}{Q} = \frac{1}{\xi_* \tau_*} \iint_{00}^{\tau_* \xi_*} \left( \frac{\partial y}{\partial \tau} \right)^2 dt d\xi, \quad (16)$$

где  $Q = \frac{ma^2}{2(2\pi)^2 t_0^2}$ .

Численный анализ функционала (15) проводился для амплитуды внешней силы  $|\Phi(\tau)| = 0,2$ , значений безразмерной частоты ее воздействия  $0,2 \leq \Omega \leq 2$ , и силы переползания  $0 \leq \beta \leq 0,45$  при неизменном безразмерном коэффициенте дислокационного трения  $\delta = 0,1$ . Как видно, взаимодействие дислокационной струны с внешним полем имеет резонансный характер, и кинетическая энергия струны максимална при резонансной частоте  $\Omega \approx 1,0$ . Расчеты показывают, что увеличение амплитуды внешнего поля  $|\Phi(\tau)|$  приводит к росту кинетической энергии струны.

Из проведенных расчетов следует, что амплитуда колебаний дислокационной струны может быть соизмерима с периодом решетки. В таких условиях возможно перемещение дислокации как в направлении действия силы переползания, так и в обратном направлении.

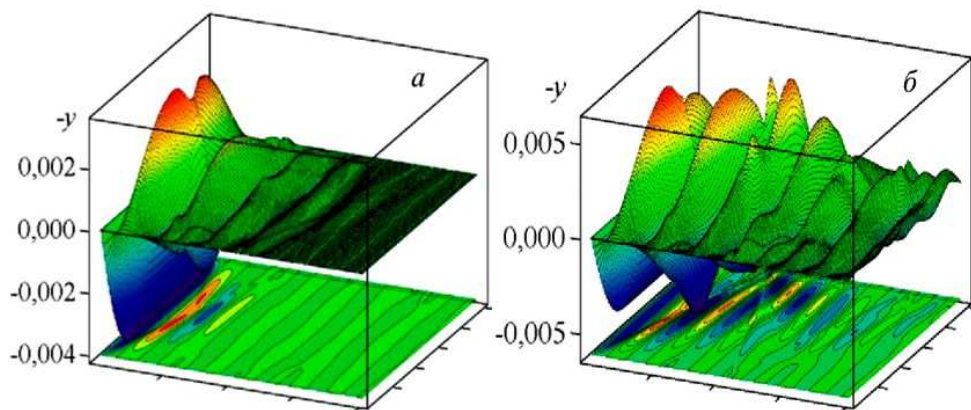
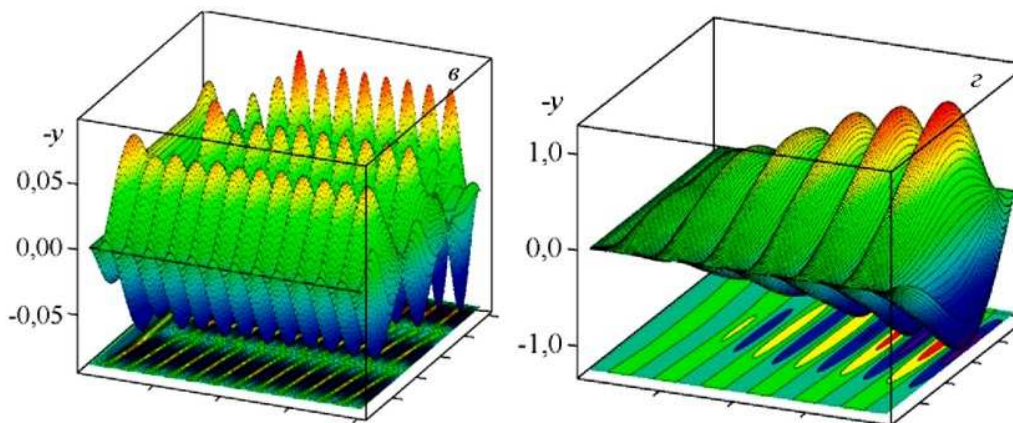
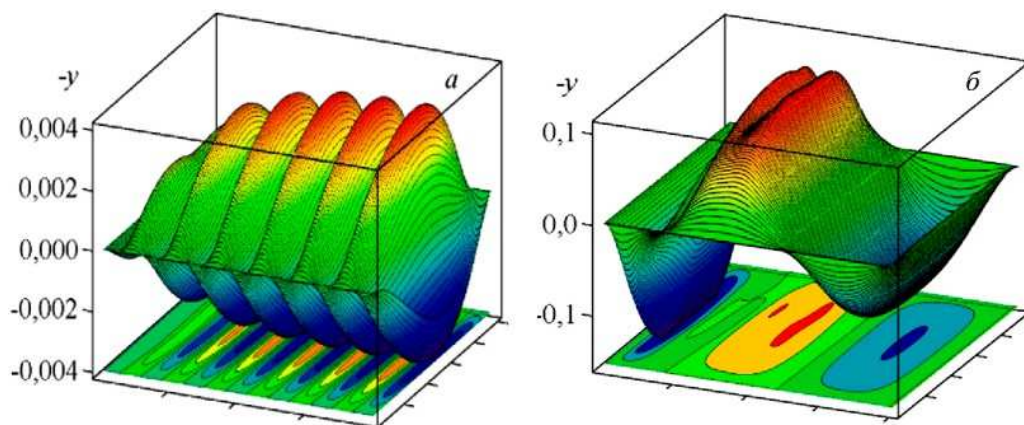


Рисунок 8 – Нелинейная динамика дислокационной струны для различных значений параметров кристалла: а –  $\delta = 0,3$ ,  $\beta = 0,1$ ; б –  $\beta = 0,1$ ,  $\beta = 0,3$





**Рисунок 9** – Нелинейная динамика дислокационной струны в поле периодической внешней силы с амплитудой  $|\Phi(\tau)| = 0,1$  для различных значений параметров кристалла и частоты внешней силы  $\Omega$ : а –  $\delta = 0,3$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\Omega = 1$ ; б –  $\delta = 0,3$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\Omega = 0,2$ ; в –  $\delta = 0,3$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\Omega = 2$ ; г –  $\delta = 0,1$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\Omega = 1$ .

### Список литературы:

1. Панков В.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Технологические процессы производства и ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, В.И. Табырца [и др.]. – Краснодар, 2020.
2. Панков В.П. Исследование закономерностей формирования диффузионных покрытий на современных жаропрочных никелевых сплавах / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, А.А. Швецов [и др.] // Ползуновский вестник. – 2020. – № 1. – С. 124–129.
3. Панков В.П. Структурные изменения в жаростойких покрытиях лопаток турбин при эксплуатации / В.П. Панков, А.И. Шаталов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2/2(22). – С. 51–55.
4. Панков В.П. Исследования диффузионных процессов, происходящих при формировании покрытий / В.П. Панков, А.А. Швецов, А.А. Струкова [и др.]. Сб. ст. и материалов XI Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 231–235.
5. Панков В.П. Исследование закономерностей формирования диффузионных покрытий, нанесенных хромоалитированием в вакууме / В.П. Панков, И.С. Арустамова, М.В. Степанова [и др.] // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 10(190). – С. 460–467.
6. Панков В.П. Теплозащитные покрытия лопаток турбин авиационных газотурбинных двигателей / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, М.В. Куликов, В.А. Коссой, Б.С. Варламов // Ползуновский вестник. – 2021. – № 1. – С. 161–172.
7. Давыдов Д.И. Исследование структуры двух никелевых жаропрочных сплавов после высокотемпературной деформации / Д.И. Давыдов, Н.И. Виноградова, Н.В. Казанцева, Н.Н. Степанова // Физика металлов и сплавов. – 2015. – Т. 116. – № 2. – С. 210–218.
8. Панков В.П. Исследование способов удаления покрытий с лопаток турбин газотурбинных двигателей / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 11(143). – С. 32–36.
9. Ковалев В.Д. Исследование лопаток турбин авиационных двигателей в процессе эксплуатации / В.Д. Ковалев, В.П. Панков, В.П. Герасимов, М.В. Степанова / Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2022. – № 2(352). – С. 75–82.
10. Панков В.П. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных многократным хромоалитированием / В.П. Панков, А.А. Швецов, Т.В. Головасичева. Сб. ст. и материалов XI Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 247–251.

УДК 539.21

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА:  
БОРГИДРИД ЛИТИЯ LiBH<sub>4</sub>**



**PROMISING MATERIALS FOR HYDROGEN STORAGE:  
LITHIUM BOROHYDRIDE LiBH<sub>4</sub>**

**Пивень В.А.**

кандидат физико-математических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
piven-avia@yandex.ru

**Шипалов В.И.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
shipalov2013@yandex.ru

**Ерлагаев В.Ш.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Землянкин Е.Д.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** Представлен обзор и анализ литературных данных структуры и сорбционных свойств одного из наиболее перспективных материалов для хранения водорода в настоящее время – боргидрида лития LiBH<sub>4</sub>. Рассмотрены способы улучшения гидрирующих свойств LiBH<sub>4</sub> посредством различных технологий, влияющих на его температуру дегидрирования и повторного гидрирования и емкость сорбированного водорода: наноинженерия, легирование катализаторов, замещение ионов, высокоэнергетическое шаровое фрезерование с аэрозольным распылением. Указаны преимущества и недостатки рассмотренных технологий.

**Ключевые слова:** гидрид, водород, адсорбция, десорбция, кинетика, наноинженерия, фрезерование, легирование, замещение.

**Piven V.A.**

PhD in Physical  
and Mathematical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
piven-avia@yandex.ru

**Shipalov V.I.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
shipalov2013@yandex.ru

**Yerlagaev V.Sh.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Zemlyankin E.D.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** A review and analysis of the literature data on the structure and sorption properties of one of the most promising materials for hydrogen storage at present – lithium borohydride LiBH<sub>4</sub> is presented. The ways of improving the hydrogenating properties of LiBH<sub>4</sub> by means of various technologies affecting its dehydrogenation and re-hydrogenation temperature and the capacity of sorbed hydrogen are considered: nanoengineering, doping of catalysts, ion substitution, high-energy ball milling with aerosol spraying. The advantages and disadvantages of the considered technologies are indicated.

**Keywords:** hydride, hydrogen, adsorption, desorption, kinetics, nanoengineering, milling, alloying, substitution.

**1. Структура и сорбционные характеристики LiBH<sub>4</sub>**

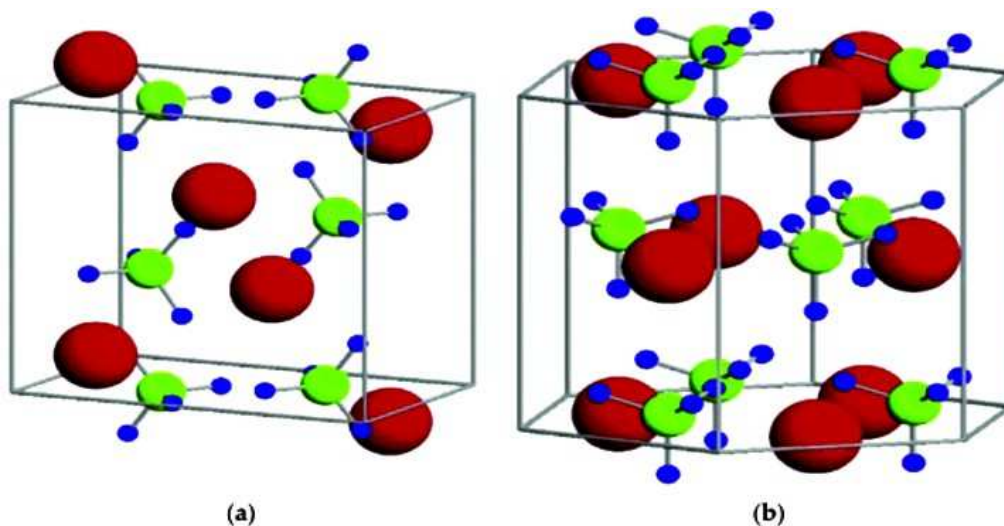
В настоящее время боргидрид лития LiBH<sub>4</sub> наиболее хорошо изучен как материал для хранения водорода и его применения в энергоустановках. Боргидрид характеризуется высокой гравиметрической и объемной плотностями поглощенного водорода 18,5 мас. % и 121 кг/м<sup>3</sup> соответственно, представляет собой белый кристаллический материал при нормальных условиях со средней плотностью 0,66~0,68 г/см<sup>3</sup> [1]. Рентгеноструктурный анализ LiBH<sub>4</sub> показывает, что при комнатной температуре он имеет орторомбическую структуру, в которой каждый ион [BH<sub>4</sub>]- окружен четырьмя ионами Li+, а каждый Li+ окружен четырьмя [BH<sub>4</sub>]-, два из которых находятся внутри тетраэдра [1, 2], (рис. 1). Согласно расчетов [3], атом бора с гибридизацией sp<sup>3</sup> связывается с четырьмя соседними атомами водорода ковалентной связью, так создается [BH<sub>4</sub>]- тетраэдр, а за-



тем идет соединение с  $\text{Li}^+$  ионной связью, и образуется  $\text{LiBH}_4$ . Хорошая термодинамическая стабильность боргидрида лития обусловлена прочными связями между атомами составляющих его элементов.

Известно, что выделение водорода при разложении  $\text{LiBH}_4$  характеризуется четырьмя эндотермическими пиками [4].

Первый пик десорбции соответствует полиморфному превращению  $\text{LiBH}_4$  из орторомбической (рис. 1, а) в гексагональную структуру (рис. 1, б), которое происходит при температуре  $105\text{--}112\text{ }^\circ\text{C}$ , при этом выделяется только  $0,1\text{ мас. \%}$  водорода. Вторым пик десорбции приходится на его температуру плавления  $275\text{--}278\text{ }^\circ\text{C}$ , при этом выделяется от  $0,5$  до  $1,0\text{ мас. \%}$  водорода. Третий пик десорбции охватывает температуры от  $400\text{ }^\circ\text{C}$  до  $680\text{ }^\circ\text{C}$  и соответствует самой большой десорбции водорода с более чем  $9,0\text{ мас. \%}$ . Четвертым пиком десорбции является разложение боргидрида, которое наблюдается при температурах выше  $680\text{ }^\circ\text{C}$  из-за высокой стабильности гидрида. Таким образом, при общем разложении  $\text{LiBH}_4$  выход водорода составляет примерно  $13,8\text{ мас. \%}$ , когда температура изменяется от  $380\text{ }^\circ\text{C}$  до  $680\text{ }^\circ\text{C}$  и давление окружающей среды равно атмосферному [4]. Кроме того, было доказано, что  $\text{LiBH}_4$  может быть образован из  $\text{LiH}$  и  $\text{B}$  при температуре  $690\text{ }^\circ\text{C}$  и давлении водорода  $200\text{ бар}$ , что указывает на способность боргидрида обратимо высвобождать и поглощать водород [5].



**Рисунок 1** – а) орторомбическая структура  $\text{LiBH}_4$  при комнатной температуре; б) гексагональная структура  $\text{LiBH}_4$  при температуре  $105\text{--}112\text{ }^\circ\text{C}$ . Красные (большие), зеленые (средние) и синие (малые) сферы представляют собой атомы  $\text{Li}$ ,  $\text{B}$  и  $\text{H}$  соответственно

Однако объемный  $\text{LiBH}_4$  может быть дегидрирован и повторно гидрирован только при температуре, значительно превышающей его температуру плавления ( $\sim 280\text{ }^\circ\text{C}$ ) из-за его сложной термодинамики и медленной кинетики дегидрирования и повторного гидрирования [6]. В частности, для высвобождения большей части водорода из боргидрида требуется температура выше  $500\text{ }^\circ\text{C}$  [6].

Поэтому применение  $\text{LiBH}_4$  в качестве переносного источника водорода сталкивается с серьезными проблемами термодинамики и кинетики, для решения которых требуется улучшение его гидрирующих свойств.

## 2. Способы улучшения гидрирующих свойств $\text{LiBH}_4$

Выделение и поглощение водорода традиционными металлами и сплавами осуществляется путем обратимого входа и выхода атомов водорода через кристаллические решетки металлов и сплавов, в то время как, напротив, выделение и поглощение водорода сложными гидридами металлов сопровождается полным разрушением и восстановлением кристаллических решеток.

Выбор наиболее эффективного технологического подхода для улучшения характеристик хранения водорода основан на существенном влиянии реакций дегидрирования и повторного гидрирования, которые наиболее ярко проявляются в боргидриде

$\text{LiBH}_4$ . В настоящее время используется несколько эффективных методов улучшения термодинамических и кинетических свойств выделения и поглощения водорода из  $\text{LiBH}_4$ , которые рассматриваются в данном обзоре.

### 2.1. Наноинженерия – шаровое фрезерование

Наноинженерия – это хорошо известная и важная технология для улучшения свойств хранения водорода. Большинство материалов для хранения водорода присутствуют в виде кристаллических порошков при температуре окружающей среды, и наноструктурный процесс для них состоит из двух частей. Первая часть – это уменьшение размера зерна до нанометрового масштаба, а вторая – нанокристаллизация полученных зерен. Соотношение между режимом беспорядка на границе зерен и режимом порядка в зерне для нанокристаллических материалов значительно больше, чем у микрокристаллических материалов и крупнозернистых материалов. Именно беспорядочный режим на границе зерен приводит к более высоким кинетическим характеристикам адсорбции и десорбции водорода для нанокристаллических материалов хранения водорода, что обеспечивает более быстрый диффузионный канал для атомов водорода [7].

В наноинженерии одним из самых распространенных и эффективных способов измельчения порошка гидрида и создания значительной площади его поверхности, контактирующей с водородом, является шаровое фрезерование.

Схема шарового фрезерования приведена на рисунке 2 [8]. Внутри герметичного сосуда цилиндрической формы шарики приводятся в движение вращением центрального вала, на котором закреплены вторичные рычаги. Снаружи сосуда находится огромный стационарный резервуар с водяным охлаждением, и вода течет во время измельчения. Механическое истирание приводит к образованию наноразмерного порошка с равномерным размером частиц при измельчении более крупнозернистых материалов путем многократной сильной пластической деформации, холодной сварки и разрушения при фрезеровании. Полученные таким образом порошки  $\text{LiBH}_4$  имели форму шариков диаметром 10–40 нм и показали значительное высвобождение водорода примерно при 60 °С [8].

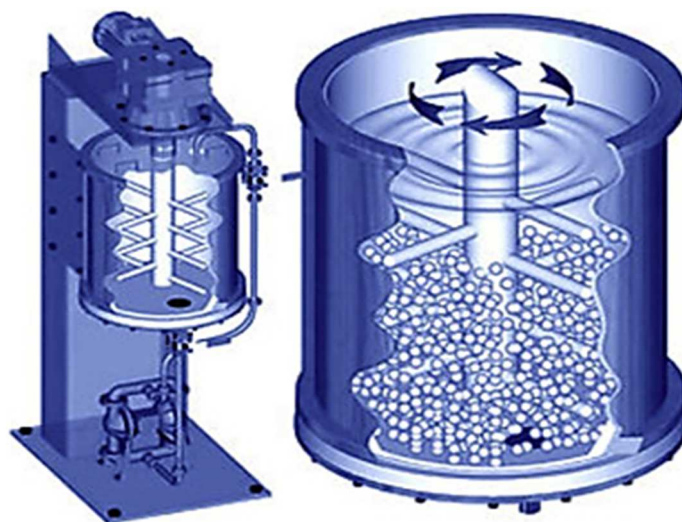


Рисунок 2 – Схема шарового фрезерования

### 2.2. Легирование катализаторов

Легирование катализаторов является значимым и перспективным методом для улучшения кинетики поглощения и десорбции водородсодержащих материалов. Установлено, что гидриды металлов обладают сильной способностью селективных катализаторов из-за химической связи между составляющими их атомами.

Высокая эффективность легирования была полностью подтверждена в каталитической системе  $\text{Ti-NaAlH}_4$  (титан легирован в гидрид  $\text{NaAlH}_4$ ), но легирование  $\text{Ti}$  мало повлияло на высокоэффективный катализатор на основе  $\text{LiBH}_4$ . Хотя некоторые окси-

ды, такие как  $\text{SiO}_2$  и  $\text{TiO}_2$ , и галогениды, такие как  $\text{TiCl}_3$ , могут в некоторой степени улучшить кинетические характеристики десорбции водорода [9, 10], но они мало влияют на последующую реадсорбцию водорода, что значительно ниже каталитического эффекта  $\text{Ti}$  на  $\text{NaAlH}_4$ .

Шаровое измельчение  $\text{LiBH}_4$  с помощью каталитических оксидных наностержней на основе никеля и кобальта позволило снизить начальную температуру десорбции водорода в системе  $\text{LiBH}_4\text{-NiCo}_2\text{O}_4$  до  $80\text{ }^\circ\text{C}$ , но полное высвобождение водорода порядка 16,1 мас. %, что близко к его теоретической емкости, наблюдается только при температурах до  $500\text{ }^\circ\text{C}$  [11]. Температура начала дегидрирования легированного  $\text{LiBH}_4$  составляет  $179\text{ }^\circ\text{C}$ , но максимальный пик десорбции приходится примерно на  $367\text{ }^\circ\text{C}$ , и повторное гидрирование происходит при температурах не ниже  $400\text{ }^\circ\text{C}$  [12].

Установлено также, что при добавлении 20 мас. % нанокластеров  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , закрепленных на пористом восстановленном оксиде графена, начало дегидрирования в боргидриде лития составляет  $74\text{ }^\circ\text{C}$ , и он может высвобождать 3,36 мас. % водорода при  $400\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 1000 с [13]. Кроме того, в этой же работе было показано, что  $\text{LiBH}_4$  обратимо высвобождает и поглощает 5,74 мас. % водорода при  $400\text{ }^\circ\text{C}$ , если давление сорбции водорода составляет 5 МПа, и 65 % емкости боргидрида для хранения водорода (3,73 мас. %) все еще используется после 5 циклов дегидрирования и повторного гидрирования.

Таким образом, можно заключить, что легирование катализаторов может значительно улучшить сорбционные свойства гидридов.

### 2.3 Частичное замещение ионов $\text{Li}^+$ и $[\text{BH}_4]^-$ - аниона

На основе расчетов элементарной ячейки для  $\text{LiBH}_4$ , в работе [14] было показано, что компенсация заряда катионами  $\text{Li}^+$  является ключевой характеристикой стабильности внутренних связей  $[\text{BH}_4]^-$ -анионов. Поэтому частичное замещение катионов  $\text{Li}^+$  другими элементами с более высокой электро-отрицательностью, которое ослабило бы ионное взаимодействие между катионом  $\text{Li}^+$  и анионом  $[\text{BH}_4]^-$  и тем самым подавило бы перенос зарядов, приводит к дестабилизации  $\text{LiBH}_4$  и улучшению его сорбционной емкости. Это исследование было дополнительно подтверждено теоретически на идеальной орторомбической структуре  $(\text{Li}_{0,7}\text{Cu}_{0,3})\text{BH}_4$  [15] и экспериментально на структуре с замещением скандием  $\text{Sc}$ , полученным при шаровом фрезеровании хлорида  $\text{ScCl}_4$  с  $\text{LiBH}_4$  [16]. Кристаллическая структура  $\text{LiSc}(\text{BH}_4)_4$  показана на рисунке 3, а на рисунке 4 представлена теплота образования  $(\text{Li}_{1-x}\text{Sc}_x)\text{BH}_4$  при различном содержании меди.

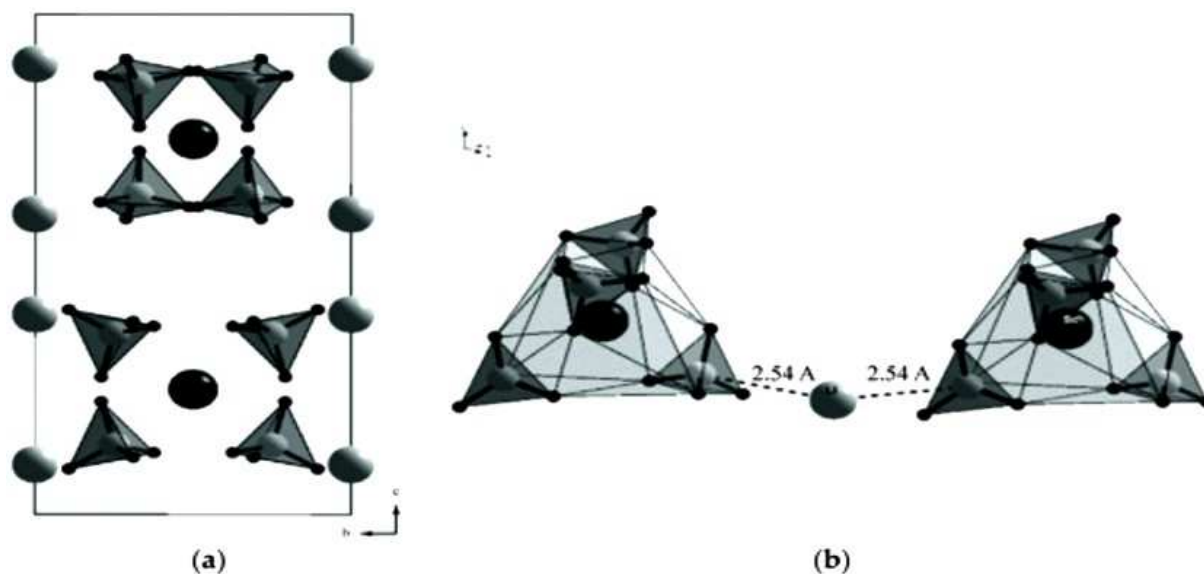


Рисунок 3 – Кристаллическая структура  $\text{LiSc}(\text{BH}_4)_4$ :  
 а) вдоль оси  $a$ ; б) направление координации  $\text{Li}$  и  $\text{Sc}$  в тетраэдре.  
 Черная (большая) сфера –  $\text{Sc}$ , светлая (большая) сфера –  $\text{Li}$ .

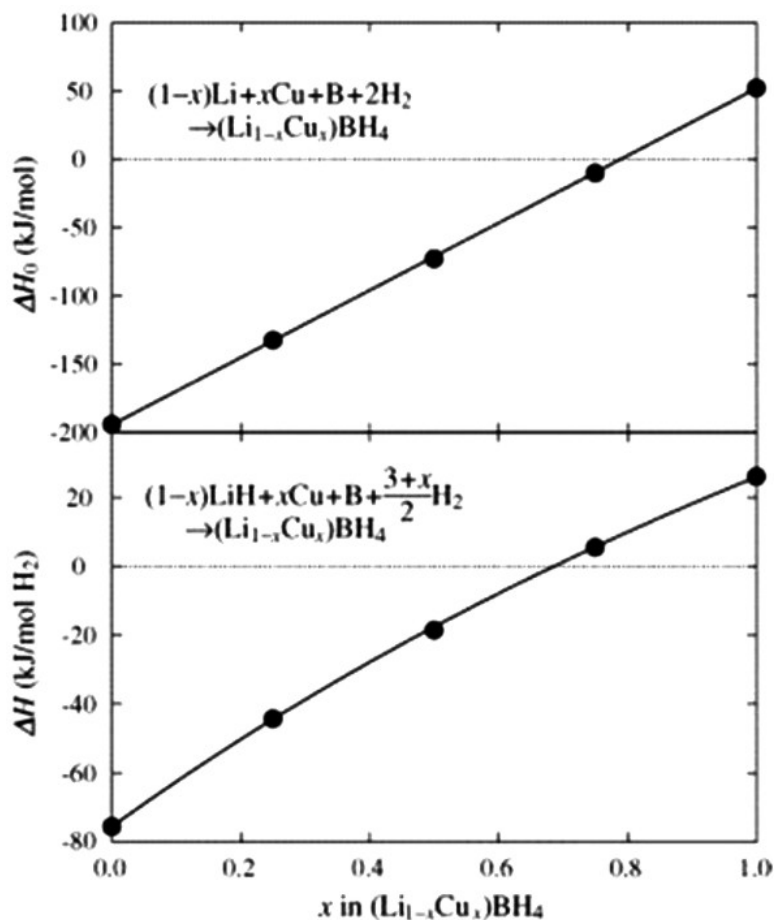


Рисунок 4 – Теплота образования (Li<sub>1-x</sub>Cu<sub>x</sub>)BH<sub>4</sub>

Исследования [17] показывают, что частичное замещение функционального аниона [BH<sub>4</sub>]- другим элементом может стать еще одним новым подходом к улучшению термодинамики борогидридов металлов. Модель такого замещения атомами фтора F атомов водорода H в LiBH<sub>4</sub>, основанная на кристаллической структуре Li<sub>8</sub>B<sub>8</sub>H<sub>32-x</sub>F<sub>x</sub> (x = 1 – 4), представлена на рисунке 5 [17].

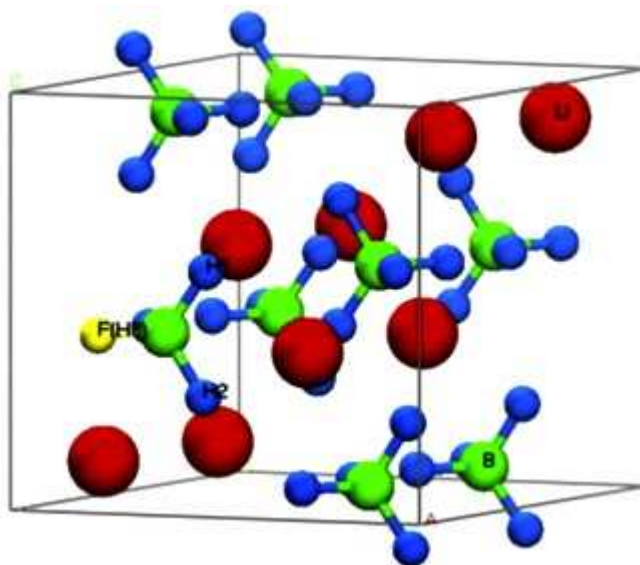


Рисунок 5 – Кристаллическая структура орторомбической фазы LiBH<sub>4</sub> (1 × 2 × 1). Красные (большие), зеленые (средние), синие (малые) и желтые (малые) сферы обозначают атомы Li, B, H и F соответственно

С учетом поправок на энергию нулевой точки, когда замещение анионами F достигло 25 %, образовавшаяся структура  $\text{Li}_8\text{V}_8\text{H}_{30}\text{F}_2$  имеет изменение энтальпии дегидрирования (теплота образования) 36,5 кДж/моль.  $\text{H}_2$ , из которого получаем температуру разложения гидрида около 100 °С при 1 бар водорода. Низкая температура и малое давление водорода является хорошим аргументом для применения замещения анионов в других соединениях гидридов. Теоретическая емкость хранения водорода в этом соединении составляет 9,6 мас. %, что также указывает на перспективу применения данного соединения для бортовых накопителей водорода.

#### 2.4. Высокэнергетическое шаровое фрезерование с аэрозольным распылением

Перспектива использования смеси боргидрида лития и гидрида магния ( $\text{LiBH}_4 + \text{MgH}_2$ ) была ограничена ее вялой кинетикой, несмотря на превосходную теоретическую емкость смеси для хранения водорода. Принимая во внимание вышеизложенное, в работах [18, 19] разработана новая инновационная технология под названием BMAS, с помощью которой обеспечивается равномерное смешивание реагентов на уровне нанометровых сфер. Как показано на рисунке 6 [18], аэрозольные капли раствора  $\text{LiBH}_4 / \text{THF}$  распыляются в герметичную канистру сосуда, при этом происходит также высокэнергетическое шаровое измельчение смеси  $\text{MgH}_2 + \text{C}$ . В приборе используется высокоскоростная струя аргона  $\text{Ar}$  для обдува раствора  $\text{LiBH}_4 / \text{THF}$ , который прижимается вверх высокочистым газом  $\text{Ar}$ , что приведет к тому, что все большие и большие капли раствора потекут обратно в канистру сосуда для последующей обработки струей аргона. Такой способ позволяет добиться мелкодисперсного распыления капель размером от 20 до 100 нм [18, 19], при этом снижается температура высвобождения водорода и увеличивается емкость его содержания в боргидриде лития.

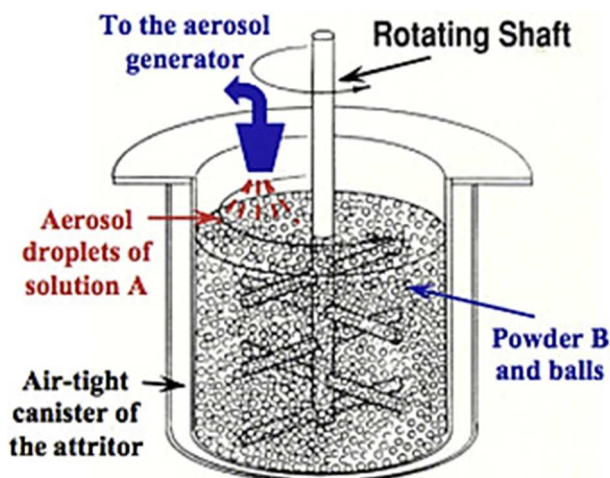


Рисунок 6 – Принципиальная схема установки BMAS

Таким образом, наноразмерная смесь  $\text{LiBH}_4 + \text{MgH}_2$ , синтезированная с помощью процесса BMAS, может быть использована для выделения и хранения водорода при комнатной температуре.

### 3. Заключение

Поскольку  $\text{LiBH}_4$  обладает самой высокой гравиметрической плотностью водорода при комнатной температуре, известной на сегодняшний день, он в настоящее время является ведущим кандидатом для хранения водорода в переносных устройствах, бортах. Однако бортовое применение  $\text{LiBH}_4$  сталкивается как с жесткими термодинамическими, так и с кинетическими проблемами. Исследуя эти проблемы, исследователи предложили несколько технологических подходов, которые были подтверждены как эффективные для улучшения обратимой емкости хранения водорода  $\text{LiBH}_4$ .

Очевидно, что новый процесс BMAS может не только модифицировать термодинамику  $\text{LiBH}_4$  путем введения  $\text{MgH}_2$ , но и улучшить кинетику гидрирования и дегид-

рирования путем длительного высокоэнергетического шарового измельчения с аэрозольным распылением. Он оказался очень эффективным для улучшения свойств хранения водорода в системе  $\text{LiBH}_4 + \text{MgH}_2$ . Кроме того, порошок VMAS обладает способностью выделять водород при более низкой температуре. Данный подход также открывает новое направление для исследования и совершенствования процесса дегидрирования и повторного гидрирования во многих аналогичных системах, содержащих несколько гидридных элементов, которые имеют благоприятные термодинамические свойства для обратимого хранения водорода, например такие как  $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2 + \text{LiBH}_4$ ,  $(\text{BH}_4)_2 + \text{LiBH}_4$ . Но все эти системы имеют крайне плохую кинетику дегидрирования при температуре  $\leq 300$  °C [20].

Таким образом, можно заключить, что процесс VMAS, предложенный в работах [18, 19] является в настоящее время наиболее перспективным подходом к решению этих сложных проблем.

### Список литературы:

- Schlapbach L. Водородсодержащие материалы для мобильных приложений / L. Schlapbach, A. Züttel // Nature Publishing Group, World Scientific. – 2011. – P. 265–270.
- Первые принципы исследования боргидрида лития  $\text{LiBH}_4$  / K. Miwa, N. Ohba, S.-I. Towata, Y. Nakamori, S.-I. Orimo // Phys. Rev. B, 69. 2004. – P. 115–120.
- Квазигармоническое приближение применительно к  $\text{LiBH}_4$  и продуктам его разложения / Т.Дж. Франккомб, Г.-Дж. Кроз // Phys. Rev. B, 73. – 2006. – P. 174302.
- Züttel A. Materials for hydrogen storage / A. Züttel // Mater. Today, 6. – 2003. – P. 24–33.
- Реакции дегидрирования и повторного гидрирования  $\text{LiBH}_4$  / S.-I. Orimo, Y. Nakamori, G. Kitahara, K. Miwa, N. Ohba, S.-I. Towata, A. Züttel // J. Alloys, 404. – 2005. – P. 427–430.
- Свойства хранения водорода  $\text{LiBH}_4$  / A. Züttel, S. Rentsch, P. Fischer, P. Wenger, P. Sudan, P. Mauron, C. Emmenegger // J. Alloys, 356. – 2003. – P. 515–520.
- Zaluska A. Structure, catalysis and atomic reactions on the nano-scale: a systematic approach to metal hydrides for hydrogen storage / A. Zaluska, L. Zaluski, J. Ström-Olsen // Appl. Phys. A, 72. – 2001. – P. 157–165.
- A mechanical-force-driven physical vapour deposition approach to fabricating complex hydride nanostructures / Y. Pang, Y. Liu, M. Gao, L. Ouyang, J. Liu, H. Wang, M. Zhu, H. Pan // Nat. Commun., 5. – 2014. – P. 3519.
- Au M. Modified lithium borohydrides for reversible hydrogen storage / M. Au, A. Jurgensen // J. Phys. Chem. B, 110. 2006. – P. 7062–7067.
- Diborane release from  $\text{LiBH}_4$ /silica-gel mixtures and the effect of additives / J. Kostka, W. Lohstroh, M. Fichtner, H. Hahn // J. Phys. Chem. C, 111. – 2007. – P. 14026–14029.
- Improved dehydrogenation properties of  $\text{LiBH}_4$  using catalytic nickel-and cobalt-based mesoporous oxide nanorods L. Zang, Q. Zhang, L. Li, Y. Huang, X. Chang, L. Jiao, H. Yuan, Y. Wang // Chem. Asian J., 13. – 2018. – P. 99–105.
- Towards easy reversible dehydrogenation of  $\text{LiBH}_4$  by catalyzing hierarchic nanostructured CoB / W. Cai, H. Wang, J. Liu, L. Jiao, Y. Wang, L. Ouyang, T. Sun, D. Sun, H. Wang, X. Yao // Nano Energy, 10. – 2014. – P. 235–244.
- $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoclusters highly dispersed on a porous graphene support as an additive for improving the hydrogen storage properties of  $\text{LiBH}_4$  / G. Xu, W. Zhang, Y. Zhang, X. Zhao, P. Wen, D. Ma // RSC Adv., 8. – 2018. – P. 19353–19361.
- Correlation between thermodynamical stabilities of metal borohydrides and cation electronegativities: first-principles calculations and experiments / Y. Nakamori, K. Miwa, A. Ninomiya, H. Li, N. Ohba, S.-i. Towata, A. Züttel, S.-i. Orimo // Phys. Rev. B, 74. 2006. Art. 045126.
- First-principles study on copper-substituted lithium borohydride,  $(\text{Li}_{1-x}\text{Cu}_x)\text{BH}_4$  / K. Miwa, N. Ohba, S.-i. Towata, Y. Nakamori, S.-i. Orimo // J. Alloy. Comp., 404. – 2005. – P. 140–143.
- $\text{LiSc}(\text{BH}_4)_4$ : a novel salt of  $\text{Li}^+$  and discrete  $\text{Sc}(\text{BH}_4)_4^-$  complex anions / H. Hagemann, M. Longhini, J.W. Kaminski, T.A. Wesolowski, R. Cerny, N. Penin, M.H. Sorby, B.C. Hauback, G. Severa, C.M. Jensen // J. Phys. Chem. A, 112. – 2008. – P. 7551–7555.
- L. Yin. Thermodynamically tuning  $\text{LiBH}_4$  by fluorine anion doping for hydrogen storage: a density functional study / L. Yin, P. Wang, Z. Fang, H. Cheng // Chem. Phys. Lett., 450. – 2008. – P. 318–321.
- Ding Z. Reaction between  $\text{LiBH}_4$  and  $\text{MgH}_2$  induced by high-energy ball milling / Z. Ding, X. Zhao, L.L. Shaw // J. Power Sources, 293. – 2015. – P. 236–245.

19. Zhong Y. New dehydrogenation pathway of  $\text{LiBH}_4 + \text{MgH}_2$  mixtures enabled by nanoscale  $\text{LiBH}_4$  / Y. Zhong, X. Wan, Z. Ding, L.L. Shaw // *Int. J. Hydrogen Energy*, 41. – 2016. – P. 22104–22117.
20. Unexpected dehydrogenation behavior of  $\text{LiBH}_4/\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$  mixture associated with the in situ formation of dual-cation borohydride / Z.-Z. Fang, X.-D. Kang, P. Wang, H.-W. Li, S.-I. Orimo // *J. Alloy. Comp.*, 491. – 2010. – P. 1–4.

УДК 378.146

**АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ЛЕТЧИКОВ**



**ANALYSIS OF PROBLEMS OF COMPUTERIZATION  
OF PROFESSIONAL TRAINING OF PILOT**

**Сараев И.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
antzoo@mail.ru

**Масленников А.Г.**

кандидат исторических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Черный Р.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы компьютеризации обучения с учетом их специфики, обусловленной особенностями профессиональной подготовки летного состава. Рассматриваются пути повышения эффективности процесса обучения курсантов-летчиков.

**Ключевые слова:** электронное обучение, критерии эффективности, электронный учебный курс, мотивация, наземная подготовка; тренажерная подготовка; летная подготовка.

**Saraev I.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
antzoo@mail.ru

**Maslennikov A.G.**

PhD in Historical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Chernyy R.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article deals with the problems of computerization of education, taking into account their specifics, reasonably professional training of summer staff. The ways of evaluating the effectiveness of the process of training cadets-pilots are considered.

**Keywords:** e-learning, performance evaluation, e-learning course, motivation, ground training; simulator training; flight training.

**П**роблема повышения профессиональной подготовки летчиков очевидна. Научно-технический прогресс в области информационных сетей и сервисов влияет на профессиональную подготовку двояким образом. С одной стороны усложняется традиционная профессиональная подготовка вследствие применения наиболее прогрессивных осваиваемых комплексов при практически неизменных интеллектуальных и психофизиологических возможностях человека. С другой стороны, создаются новые уровни автоматизации, позволяющие разрешить это диалектическое противоречие.

Постулаты психологии и педагогики должны учитываться при автоматизации профессиональной подготовки летчиков в большей мере, чем при подготовке специалистов в других областях. Основы процессов познания в определенной степени инварианты к техническим средствам обучения, и нарушение этих основ в компьютерных средствах обучения может иметь серьезные негативные последствия.

Известно, что наиболее эффективная последовательность в обучении – знания-умения-навыки. Это связано с иерархической структурой концептуальной модели деятельности человека, где на верхнем уровне находятся знания, среднем – умения, нижнем – навыки. Курс теоретического обучения, формирующий знания, умственные возможности и навыки, должен предшествовать практическому обучению, закрепляющему теоретические знания и формирующему практические умения и навыки.



Компьютерные курсы теоретического обучения получили название автоматизированных учебных курсов (АУК) [2], [3]. Их элементами являются обучающие программы (ОП).

Автоматизированные учебные курсы предназначены как для формирования у обучаемого фундаментальных и прикладных знаний, так и навыков и умений. Четкой границы между теоретической и практической подготовками нет, и первая может плавно переходить во вторую. Отсутствие разрыва между теоретической и практической подготовками напрямую влияет на качество обучения. Одна из целей внедрения компьютерных технологий в обучение – ликвидация этого разрыва.

Даже при традиционных средствах общения с ЭВМ пропускная способность канала обратной связи при компьютерном обучении может в десятки раз превышать информативность обратной связи традиционных способов обучения. Однако, основным преимуществом компьютерной теоретической подготовки является обучение в интерактивном режиме.

Требования последовательности и систематичности обучения определяют необходимость построения АУК на основе программ и сценариев, подобных учебным программам традиционных курсов. Сценарий (программу) АУК можно разбить на разделы или темы. После каждого раздела сценария следует автоматизированный контроль знаний типа «зачет – не зачет», либо в виде пятибалльной шкалы оценок.

Компьютерная технология обучения должна представлять собой целостную педагогическую систему, в которую включены все пять основных структурных компонентов: цели обучения, учебная информация, средства педагогической коммуникации, преподаватель (инструктор), обучаемый.

Интенсификация профессиональной подготовки с использованием компьютерных технологий достигается за счет обеспечения релевантности учебной информации потребностям предстоящей деятельности; оптимальной организации информации и темпа ее подачи с точки зрения восприятия и усвоения; управления когнитивной и эмоционально-мотивационной сферами обучающихся; использования непроизвольного внимания и механизма неосознанного восприятия.

Профессиональная подготовка летного состава включает в себя следующие этапы:

- теоретическое обучение;
- наземная подготовка;
- тренажерная подготовка;
- летная подготовка.

Теоретическое обучение и тренажерная подготовки проводятся в учебно-тренировочном подразделении; наземная и летная – в летных подразделениях. Эффективность профессиональной подготовки в целом может быть представлена в виде суммы эффективностей подготовки на различных этапах [4]:

$$F_{п.п.} = F_{т.о.} + F_{н.п.} + F_{тр. п.} + F_{л.п.}$$

где  $F_{п.п.}$  – эффективность этапа профессиональной подготовки;  $F_{т.о.}$  – эффективность этапа теоретического обучения;  $F_{н.п.}$  – эффективность этапа наземной подготовки;  $F_{тр.п.}$  – эффективность этапа тренажерной подготовки;  $F_{л.п.}$  – эффективность этапа летной подготовки.

Эффективность процесса подготовки летных специалистов может быть представлена как отношение изменения уровня подготовки к затратам на подготовку:

$$F_{п.п.} = \Delta Q / Z,$$

где  $\Delta Q$  – изменение уровня подготовки;  $Z$  – затраты на подготовку.

Общая величина изменения уровня подготовки:

$$\Delta Q = \Delta Q_{т.о.} + \Delta Q_{н.п.} + \Delta Q_{тр. п.} + \Delta Q_{л.п.}$$

где  $\Delta Q_{т.о.}$  – изменение уровня подготовки на этапе теоретического обучения;  $\Delta Q_{н.п.}$  – изменение уровня подготовки на этапе наземной подготовки;  $\Delta Q_{тр. п.}$  – измене-

ние уровня подготовки на этапе тренажерной подготовки;  $\Delta Q$  л.п. – изменение уровня подготовки на этапе летной подготовки.

Изменение уровня подготовки на этапе летной подготовки является наиболее дорогостоящим. Поэтому одним из путей уменьшения затрат при сохранении общего уровня подготовки для существенного повышения  $\Delta Q$  т.о. может быть использование автоматизированных обучающих систем.

В таком случае эффективность процесса подготовки будет представлена следующим образом:

$$F_{п.п} = (\Delta Q \text{ т.о.} + \Delta Q \text{ н.п.} + \Delta Q \text{ тр. п.} + \Delta Q \text{ л.п.}) / Z.$$

Таким образом, с уменьшением  $\Delta Q$  л.п. уменьшаются затраты на летную подготовку, но за счет значительного увеличения  $\Delta Q$  т.о. общий уровень подготовки специалиста в целом, а следовательно и надежность системы подготовки возрастают.

Этапы подготовки летчиков, каждый из которых осуществляется отдельными подразделениями, требует наличия в организации процесса подготовки специальных организационных принципов, определяющих взаимоотношения между структурными подразделениями, производящими подготовку на том или ином этапе.

Изучение и анализ документов, регламентирующих процесс подготовки летного состава в летных подразделениях, показали, что в организации взаимодействия и взаимоотношений между подразделениями нет документально закреплённой обратной связи. Отсутствие обратной связи между подразделениями допускает, например, возможность некачественной подготовки на этапе теоретического обучения, т.к. передача обучаемых из учебно-тренировочного подразделения на тренажерный комплекс не оговаривается никакими условиями. Если же в процессе тренажерной подготовки выявляются пробелы в теоретической подготовке, то инструкторский состав тренажера ликвидирует их своими силами лишь в какой-то мере. Такие специалисты проходят и тренажерную подготовку с более низким уровнем, без каких-либо последствий для тренажерного подразделения.

Такое положение создается из-за того, что инструкторы тренажера не несут никакой ответственности за качество подготовки специалистов, и «передача» их на летную подготовку, так же, как и с теоретической на тренажерную, производится без каких-либо условий, кроме того, что к летной подготовке допускаются специалисты, имеющие уровень тренажерной подготовки не ниже, чем на оценку «4». Эта оценка носит субъективный характер и может не соответствовать действительному уровню подготовки, что требует установления обратной связи между подразделениями, участвующими в процессе подготовки летного состава.

При существующей в настоящее время организации технологического процесса подготовки летных специалистов вся тяжесть устранения пробелов предыдущих этапов ложится на инструкторский состав летного подразделения. Летная подготовка завершается допуском летного специалиста к самостоятельной работе, в процессе которой любая недоученность может привести к снижению безопасности полетов. Поэтому только командно-летный и инструкторский состав летного подразделения несет персональную ответственность за уровень подготовки закреплённого за ним специалиста.

В силу этой особенности каждый инструктор, проводящий летную подготовку, стремится устранить теоретические и тренажерные пробелы, но в связи с ограниченными возможностями имеют место случаи, когда летные специалисты все же допускаются к работе с недостаточным уровнем подготовки.

Развитие тех или иных концепций в профессиональном обучении вызывалось необходимостью решения проблем, связанных с разработкой методик подготовки к конкретным специфическим видам деятельности. Попытка разработки системного подхода была сделана В.Д. Шадриковым [5].

Согласно концепции системного подхода, целью профессионального обучения является формирование психологической системы конкретной профессиональной деятельности. Любая деятельность предстает перед учащимся в виде нормативно-одобренного способа деятельности (НОСД), в котором обобщен и закреплён опыт вы-

полнения деятельности многими предшественниками, вносящими в деятельность индивидуальные особенности в соответствии со своими способностями. В процессе освоения деятельности учащийся раскрывает сущность НОСД и превращает его в индивидуальный способ деятельности (ИСД). Этот процесс сложен, и психологический механизм его недостаточно изучен, однако можно выделить ряд основных этапов этого процесса, а именно:

- формирование цели деятельности;
- формирование информационной основы деятельности;
- формирование исполнительной части деятельности;
- формирование профессионально важных качеств.

Освоение НОСД начинается с формирования цели, которая определяет как способ, так и характер деятельности. Следующий важный этап освоения НОСД – формирование информационной основы деятельности (ИОД), которая выступает в двух формах: материальной и идеальной. Материальная форма представляет собой совокупность сигналов, несущих профессионально важную информацию. Идеальная форма представлена образами сигналов и их значениями.

Эффективность профессиональной деятельности во многом определяется тем, насколько полно и точно ИОД отражает физическую сущность процесса и условий деятельности.

В операторских профессиях, к которым можно отнести и профессию летчика, ИОД выступает в качестве информационной и концептуальной модели. Последняя представляет некоторую «умственную картину» управляемого процесса, которая формируется на основе восприятия и декодирования сигналов, поступающих к оператору.

Формирование исполнительной части деятельности, обеспечивающей способность человека с помощью определенных исполнительных действий достигать цели, является главной задачей профессионального обучения. Исполнительная часть деятельности может включать как умственные, так и сенсомоторные действия.

В процессе освоения деятельности индивидуальные качества учащегося преобразуются в подсистему профессионально важных качеств (ПВК). Это происходит как за счет функционального объединения отдельных качеств субъекта, так и за счет их развития.

Так в свете современной психологической теории деятельности достигается цель профессионального обучения. Важную роль в рассмотренном выше процессе освоения профессии играет преподаватель (инструктор), который олицетворяет нормативно-одобренный способ деятельности, но не в чистом виде, а в виде своего ИСД. Это означает, что учащийся осваивает не «чистый» НОСД, а трансформированный через ИСД преподавателя. Поэтому профессиональный уровень обучающего оказывает большое влияние на характер обучения.

Таким образом, внедрение АУК на этапе теоретического обучения летчиков, а также на последующих этапах подготовки, является не просто модным трендом, а насущной необходимостью. АУК при их использовании в составе программных комплексов, позволяющих разрабатывать интерактивные электронные курсы нового поколения, которые включают теоретическую и практическую части, средства самоконтроля, итоговые оценочные средства, помимо изложенных преимуществ, позволят повысить мотивацию обучаемых за счет прозрачности и документирования их деятельности на всех этапах теоретического обучения.

В качестве оценочных средств на любом этапе обучения преподаватель может использовать редактор тестов, который позволяет:

- создавать вопросы или задачи с одиночным или множественным выбором, открытого типа, на установление соответствия, упорядочивание списка, заполнение пропуска и проверку навыков программирования;
- настраивать уровень сложности, назначаемый балл, продолжительность, свойства, подсказки и рекомендации для выполнения каждого задания;
- анализировать итоги тестирования и выполнения заданий в разрезе групп и обучающихся, создавать банки вопросов преподавателям.

Использование функциональных возможностей современных программных комплексов позволяет на качественно новом уровне осуществлять следующие действия:

- ведение полноценного библиотечного учета, ведение сводного каталога ресурсов, персонализированный учет доступа и использования электронных ресурсов;
- просмотр в личном кабинете информации по учебному процессу, в том числе расписания, назначенных учебных курсов, результатов изучения курсов и контрольных испытаний;
- использование для обучения и работы современных средств образовательных коммуникаций (видеоконференции, вебинары, блоги и форумы, обмен сообщениями, база знаний и справочных материалов).

Таким образом, анализ процессов обучения и практической подготовки летчиков диктует необходимость повышения эффективности теоретической подготовки курсантов на основе внедрения в учебный процесс современных технических средств обучения, основанных на применении компьютерных технологий.

### Список литературы:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» // Российская газета. – URL : <http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения 19.06.2014).
2. Петровский А.В. Психолого-педагогические основы использования ЭВМ в вузовском обучении / А.В. Петровский, Н.Н. Нечаев. – М. : МГУ, 1987.
3. Савельев А.Я. Проблемы развития новых информационных технологий в обучении: Основные результаты исследований / А.Я. Савельев. – ВНИИВШ, 1989. – 304 с.
4. Сараев И.В. В сб.: XII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 61-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос / И.В. Сараев, М.М. Духанин // Сборник научных статей. – Краснодар, 2022. – С. 412–416.
5. Шадриков В.Д. Психология производственного обучения (системный подход). – Ярославль : Яр. ГУ, 1976. – 79 с.
6. Белам А.С. Повышение надежности действий летчика в сложных условиях полета (роль тренажерной подготовки) / А.С. Белам, А.А. Гюрджиан // Медицинские и психофизиологические аспекты безопасности полетов. Сер. «Воздушный транспорт». – М. : ВИНТИ, 1987. – Т. 16. – С. 17–24.
7. Андреев А.А. Дистанционное обучение и дистанционные образовательные технологии / А.А. Андреев // Открытое образование. – 2013. – № 5. – С. 40–46.
8. Колесников С.И. Подходы и технология обучения МООС / С.И. Колесников, Л.М. Долженко // Высшее образование в России. – 2013. – № 3. – С. 16–20.
9. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов, С.А. Гордиенко, А.С. Катенин, В.И. Маркелов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.
10. Морфология апробации интерактивных электронных учебников и обучающих курсов / И.А. Попов, С.А. Гордиенко, А.С. Катенин, В.И. Маркелов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 90–93.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ЛЕТЧИКОВ



PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF COMPUTERIZATION OF PILOT TRAINING

**Сараев И.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
antzoo@mail.ru

**Романенко Т.М.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Черный Р.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются психологические аспекты компьютеризации обучения с учетом их специфики, обусловленной особенностями профессиональной подготовки летного состава.

**Ключевые слова:** электронное обучение, автоматизированные обучающие системы, электронный учебный курс, мотивация, психологическая модель мышления; интерактивность обучения.

**Saraev I.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
antzoo@mail.ru

**Romanenko T.M.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Chernyy R.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article deals with the psychological aspects of the computerization of training, taking into account their specifics, due to the peculiarities of the professional training of the flight crew.

**Keywords:** e-learning, automated learning systems, e-learning course, motivation, psychological model of thinking; interactive learning.

Развитие военной авиации, совершенствование летательных аппаратов коренным образом изменили характер вооруженной борьбы в воздухе. Она отличается высокой маневренностью, скоротечностью и напряженностью, быстрым и резким изменением обстановки, расширившимися возможностями применения вооружения и повышением боевой эффективности. Чтобы действовать в таких условиях, военному летчику как никогда ранее необходимы глубокие теоретические знания, разносторонние профессиональные умения и навыки. Другими словами, в современных условиях должен быть существенно поднят профессиональный уровень подготовки военного летчика.

Одним из основных путей достижения более высокого уровня профессиональной подготовки летчиков является использование в учебном процессе автоматизированных обучающих систем (АОС). Внедрение АОС в процесс подготовки летного состава способствует решению ряда проблем современной педагогики, придает этому процессу такие новые возможности, как индивидуализация и интенсификация, возможность управления самостоятельной подготовкой и др. [1].

Исследования показывают, что внедрение АОС требует глубокого изучения их дидактических возможностей и анализа психолого-педагогических требований к процессу подготовки летного состава. Существующие в настоящее время в педагогической психологии теории и концепции (теория формирования умственных действий, ассоциативно-рефлекторная теория усвоения, теория установок, концепции проблемного, программированного, эвристического, адаптивного обучения и т.д.) дают возможность формально описать деятельность педагогической системы, установить роль и место АОС в процессе подготовки летного состава.

Один из современных подходов к построению модели АОС базируется на представлении ее в виде некоторой разновидности процесса управления познавательной

деятельностью. При этом теория управления определяет совокупность требований к объекту и параметрам системы управления, а педагогическая психология – специфику этих требований для процесса подготовки специалистов летного состава. При таком подходе обучаемый выступает в качестве объекта управления, а обучающий (обучающее устройство) – в качестве управляющего устройства.

В работах Б.Ф. Ломова [2, 3] доказано, что главная задача инженерной психологии заключается не в том, чтобы «вписать» человека в контур технической системы, а в том, чтобы, исходя из поставленных задач системы управления, разработать проект деятельности человека, а затем на основе этого проекта определить требования к АОС. В работах указывается, что психологически некорректная постановка диалога ведет к снижению уровня мотивации, что, в свою очередь, может привести к снижению уровня продуктивности памяти.

Принято различать декларативную и процедурную формы представления знаний в обучающих системах. Первая форма соответствует схеме «знать что...», вторая – «знать как...». Помимо этого, можно учесть набор предпочтений, т.е. ценностную ориентацию системы.

Сочетание декларативной и процедурной форм представления знаний хорошо согласуется с теорией автоматического регулирования, сочетание декларативной и ценностной форм представления продуктивно работает в рамках теории принятия решений.

Системообразующим фактором, который задает набор требований к технической системе и ее окружению, является деятельность обучаемых для достижения поставленных перед системой целей.

Проектирование АОС и ее окружения включает комплексные исследования с позиций разных наук: психологии труда, инженерной психологии, педагогики и дизайна. Помимо этого, обучающая программа как театрализованное действие подвергается художественной обработке сценаристами, художниками и режиссерами.

С точки зрения обучаемых АОС является своеобразной инструментальной системой практического и теоретического познания. В связи с этим, она должна быть рассчитана не на всех, как некоторое среднее, а на каждого, с тем, чтобы каждый мог успешно обучаться, ведомый оперативным образом-моделью этой системы.

При использовании компьютерных технологий в обучении наряду с положительными (расширение кругозора, возникновение интереса к данному средству обучения, овладение навыками пользования компьютерами), у обучаемых наблюдаются и негативные эффекты (отчуждение смысла, связанного с непониманием привязки компьютера к своей предметной области и летно-профессиональным задачам, невралгические реакции, вызванные страхом перед предстоящим экзаменом, и др.). Иными словами, сам процесс компьютеризации несет определенные последствия для психики обучаемого. Эти последствия влияют как на познавательные, так и на эмоционально-мотивационные процессы, они влияют на индивидуальные особенности человека. Изменения могут быть как ситуационными, так и устойчивыми. К психологическим эффектам компьютеризации следует отнести и образ самого компьютера, складывающийся у человека, а также образ человека и его психики в мире компьютеров.

Компьютер представляет собой универсальное средство воздействия на человека. Его влияние определяется не столько самим компьютером, сколько общими организационными условиями его использования, исходными характеристиками психики человека (уровень развития, выраженность аномалий), на которые он оказывает влияние.

Особенность современной ситуации в нашей стране состоит в том, что массовая компьютеризация началась без глубокого изучения ее психических последствий и в этой связи нельзя отвергать наличие кроме положительных и отрицательных эффектов.

Как показали исследования, в условиях компьютеризации наряду с развитием творческого можно наблюдать и формирование новых видов стереотипного, рутинного мышления, порождений страха перед компьютером.

Цели компьютеризации в целом ряде случаев рассматривают психологические последствия как побочный эффект этого средства обучения, а также обладают большей неопределенностью: «Повышение эффективности учебного процесса», «Улучшение качества подготовки специалистов», «Обеспечение необходимого профессионального уровня» - оставляет без внимания вопрос о содержательных характеристиках желательных эффектов.

При формировании концепции компьютерной технологии обучения встречаются многие понятия, используемые в психологической науке: личность, индивидуальность, деятельность, активность и т.д. Однако содержание этих понятий не эксплицируется. Вместе с тем в психологической науке существуют разные трактовки содержания этих понятий (а соответственно, и природы стоящей за ними реальности). Учитывая, что одним из важнейших процессов, обеспечивающих летную деятельность является профессиональное мышление – рассмотрим его как фактор, предопределяющий саму стратегию компьютеризации.

Мышление – познавательная деятельность, продукт которой характеризуется обобщенным, опосредованным отражением действительности. В зависимости от уровня обобщения и характера используемых средств для субъекта мышления, от степени его активности и уровня развития различают:

- вербальное, образное и наглядно-действенное;
- теоретическое и практическое;
- интуитивное и репродуктивное;
- произвольное и непроизвольное;
- нормальное и аномальное мышление.

В ходе развития человека мышление возникает как особый психический процесс, включенный в жизнедеятельность субъекта, в его учение, труд. Постепенно оно превращается в относительно самостоятельную деятельность, имеющую свои мотивы, цели, способы.

Центральным положением психологической модели мышления в контексте компьютеризации является тезис о неалгоритмической природе самого мышления. Этой модели противостоит алгоритмическая модель мышления. Согласно последней, сущность творческого мышления сводится в реализации алгоритма, а его формирование – к освоению алгоритма. Согласно первой модели, сущность творчества не сводится к алгоритму: оно проявляется, прежде всего, в ломке старых и создании новых алгоритмов в осуществлении мышления способом, отличным от ранее освоенных алгоритмических процедур. Неалгоритмическая модель мышления представляет этот процесс как особый вид деятельности, в ходе которой развертываются процессы целеобразования, смыслообразования, мотивообразования, выражающие ее творческую природу.

Управлять творческим мышлением можно лишь косвенно. Культура творческого мышления рассматривается как особенная по отношению к культуре мышления алгоритмического. Аналогичным образом надо различать творческие и нетворческие формы общения (диалога).

Одна из задач концепции компьютерной технологии обучения формируется как «управление познавательной деятельностью». Вместе с тем, в число показателей дидактической эффективности автоматизированных обучающих систем не включено развитие творческого мышления. В данном случае необходимо различать, по крайней мере, два вида познавательной деятельности и два вида управления ими: и познавательная деятельность и управление ею могут быть алгоритмоподобными и творческими. Таким образом, теоретически можно представить себе ситуацию, когда управление познавательной деятельностью осуществляется, а творческое мышление не формируется, при этом цель использования АОС считается достигнутой.

При формировании программ профессиональной подготовки необходимо выполнять обязательное требование – обеспечить высокий уровень мотивации. Однако мотивация бывает разной – внутренней (познавательной) и внешней (престижной). Если программа усиливает первый вид мотивации, то, как правило, это способствует повышению самостоятельности и расширению творческого содержания деятельности. Если происходит усиление мотивации второго типа, то следствием является стремление демонстрации самого факта деятельности.

В связи с этим представляется, что особое внимание при разработке АОС для авиаспециалистов, профессиональная деятельность которых характеризуется возникновением непредвиденных обстоятельств и условий, необходимо уделять психологической модели творческого мышления, а в качестве основной цели АОС принимать развитие творческого мышления.

В соответствии с современными теоретическими исследованиями процесс профессионального обучения представляется в виде системогенеза деятельности, как совокупности психических компонентов. Отдельные психические компоненты в деятельности выступают в виде целостного структурного образования, организованного в форме психологической системы деятельности.

АОС предполагает наличие математического и методического обеспечения. Математическое программное обеспечение – система входных языков, специальных интерпретаторов, программ управляющих процессом обучения, операционной системой обучающего комплекса, системы автоматизации составления программ, управляющих обучением по различным дисциплинам. Классификация обучающих комплексов (систем) приведена в таблице 1.

По назначению АОС можно разделить на специализированные и комплексные. Специализированные АОС имеют узкоцелевое назначение и служат для изучения и отработки навыков решения конкретного класса задач. К ним можно отнести, например, комплексы, предназначенные для тренировки и обучения операторов работе с отдельными приборами, отдельными системами оборудования либо работе с приборами и системами, объединенными в один класс по принципу операторской деятельности. Комплексные АОС предназначены для обучения и тренировок оператора; управляющих несколькими взаимосвязанными агрегатами одного объекта, а также для обработки взаимодействия групп операторов, управляющих одним объектом.

**Таблица 1 – Классификация АОС**

Признаки классификации	Виды реализации
1. Назначение	специализированные комплексные
2. Выполнение функции	репетитор экзаменатор имитатор тренажер
3. Количество обучаемых	индивидуальные групповые
4. Принципы управления	линейно-программированный адаптивный
5. Конструктивные особенности	механические электромеханические электронные комбинированные

Можно выделить в особую группу суперкомплексные обучающие системы совместного обучения операторов, управляющих различными, взаимодействующими друг с другом объектами. К ним относятся системы, предназначенные для проведения совместных тренировок экипажей воздушных судов со службой управления воздушным движением.

По числу обучаемых АОС делятся на индивидуальные и групповые. Индивидуальные АОС являются, как правило, специализированными системами, предназначенными для обучения тренировок операторов осваивающих определенную специальность, при этом система сможет обслужить только одного оператора.

Групповые АОС принимаются для обучения и тренировок группы операторов либо различных специальностей.

По принципу управления АОС делятся на системы с линейным программированием и на адаптивные системы обучения. АОС с линейным программированием имеет жесткую программу очередности предъявления учебного материала и самого процесса обучения, которые применяются ко всем обучаемым.



Адаптивные АОС в отличие от систем с линейным программированием обладают механизмом, позволяющим учитывать индивидуальные способности обучаемого. Эти системы имеют разветвленные программы обучения.

По конструктивным особенностям АОС делятся на механические, электромеханические, электронные и комбинированные. Деление обучающих комплексов по этому признаку определяет способ технического решения при конструировании основных блоков АОС, таких как счетно-решающее устройство, блоки ввода и вывода информации, блоков хранения информации, блоки имитации реальных объектов обслуживания и т.п.

Обучающие комплексы на базе ЦВМ по своей структурной схеме делятся на две группы. Первая группа использует одну ЦВМ, к которой при помощи согласующего устройства подключается группа пультов обучаемых. Вторая группа обучающих комплексов использует несколько ЭВМ. Периферийные ЭВМ выполняют вспомогательные функции по накоплению ответов, а также управляют работой пультов обучаемых. Центральные ЭВМ выполняют анализ ответов и принимают управляющие решения.

Руководящие принципы разработки компьютеризированных систем обучения:

1. ЭВМ и системы с ЭВМ должны использоваться в учебном процессе лишь тогда, когда они являются лучшим методом обеспечения такого процесса. Всегда в конкретной учебной ситуации при равной эффективности надо применять более дешевый метод технического обеспечения учебного процесса, например, замкнутую сеть, программированные тесты, презентации и т.д.

2. Система должна быть гибкой и легко приспособляемой к конкретной ситуации. Она должна быть способной осуществлять обучение разным дисциплинам, используя различный учебный материал и множество стратегий обучения.

3. При проектировании компьютеризированной обучающей системы должны применяться методы, допускающие интеграцию, которая в свою очередь является характерной для современной структуры образования.

4. В основу компьютерных классов теоретической подготовки должны входить не только персональные компьютеры, но и локальные сети.

Для реализации адаптивного процесса обучения необходимо непрерывное определение индивидуальных характеристик каждого обучаемого на основе анализа его работы, определение отклонения от заданного уровня обученности и выбор оптимального с точки зрения выбранного критерия закона управления обучением.

Общая структурная схема адаптивной АОС представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура адаптивной АОС

Блок предъявления учебного материала контрольного задания и указания режима деятельности – исполнительное устройство, реализующее корректирование программы обучения и служит для выдачи информации обучаемому и управления работой объекта деятельности. Объект деятельности – обучающее устройство с органами управления либо пульт обучаемого для ввода ответов на поставленную задачу. Объектом деятельности может быть тренажер подвижного объекта, при этом информация, циркулирующая в обучаемом комплексе, представляет характеристики движения.

Блок кодирования результатов деятельности предназначен для преобразования информации о деятельности обучаемого в вид удобный для ее хранения и дальнейшей обработки.

Блок учета индивидуальности деятельности служит для формирования частной модели обучения каждого обучаемого с целью построения в блоке коррекции программы обучения стратегии дальнейшего обучения.

Блок оценки обученности идентифицирует результаты обучения с его целями. Результаты оценки обученности также учитываются в блоке коррекции программы обучения.

Блок формирования эталонов различных степеней обученности обеспечивает блок оценки эталонами, с которыми идентифицируются результаты контрольных испытаний. Эталоны формируются как с помощью эксперта, так и с учетом статистики по реальной деятельности оператора после обучения. Последнее необходимо для устранения возможных неточностей в построении программ обучения, вызванных ошибочными исходными положениями.

Одна из наиболее важных характеристик АОС – степень интерактивности обучения. Интерактивность – взаимодействие (диалог, дискуссия) любых объектов между собой посредством средств и методов, доступных им в данный момент времени [4, 5].

Интерактивность образовательного процесса, в форме регулярных контактов между всеми участниками обучения (обучаемыми и преподавателями, обучаемыми и обучаемыми) в течение всего периода обучения обеспечивают активную обратную связь и регулярный контроль знаний учащихся, что приводит к повышению эффективности обучения в целом.

Российские и зарубежные исследователи выделяют три механизма общения: интерактивный (отвечающий за организацию взаимодействия), перцептивный (отвечающий за восприятие друг друга) и коммуникативный (отвечающий за обмен информацией). Все они взаимосвязаны и разделить их можно лишь условно.

Целями стимулирования интерактивности в АОС являются:

- дополнительная мотивация познавательной деятельности;
- освоение способов деятельности, принятых в группе;
- развитие критического мышления и инициативности;
- повышение в конечном итоге эффективности обучения.

АОС, не учитывающие интерактивный элемент обучения, фактически являются курсами для самообразования.

Высокую степень интерактивности между участниками учебного процесса могут обеспечить лишь АОС, построенные на основе сетевых технологий (Интернет и интранет) на базе интерактивных электронных учебников и учебных пособий, электронных книг, форумов, электронной почты, видеоконференций, систем компьютерного моделирования и т.д.

Таким образом, постулаты психологии и педагогики должны учитываться при автоматизации профессиональной подготовки летчиков в большей мере, чем при подготовке специалистов в других областях. Основы процессов познания в определенной степени инварианты к техническим средствам обучения, и нарушение этих основ в компьютерных средствах обучения может иметь серьезные негативные последствия.

#### **Список литературы:**

1. Петровский А.В. Психолого-педагогические основы использования ЭВМ в вузовском обучении / А.В. Петровский, Н.Н. Нечаев. – М. : МГУ, 1987.
2. Методология инженерной психологии, психологии труда и управления / Под ред. Б.Ф. Ломова и В.Ф. Венды. – М., 1981. – 338 с.

3. Образ в системе психологической регуляции деятельности / Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко. – М. : Наука, 1986.
4. Бодалев А.А. Об особенностях понимания преподавателем студента / А.А. Бодалев // В кн.: Современные психолого-педагогические проблемы высшей школы. – Л., 1998.
5. Грехнев В.С. Культура педагогического общения. – М. : Просвещение, 2000.
6. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
7. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
8. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
9. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
10. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.

УДК 378.147.227

**КРИТЕРИАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ПРОВЕРКЕ  
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**



**CRITERIA PARAMETERS WHEN CHECKING COMPUTATIONAL  
AND GRAPHIC WORKS IN THE DISCIPLINE  
«DESCRIPTIVE GEOMETRY AND ENGINEERING GRAPHICS»**

**Степанова М.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvs4967@mail.ru

**Степанов В.В.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
vvs04367@mail.ru

**Аннотация.** В статье проанализированы и обобщены оценочные характеристики и критериальные показатели расчетно-графических работ (РГР), выполняемых в процессе обучения при реализации ФГОС ВО 3++.

**Ключевые слова:** образовательная деятельность, набор компетенций, компетентностный подход, критерий, знание, мышление, умение, навык.

**Stepanova M.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
mvs4967@mail.ru

**Stepanov V.V.**

Doktor in Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
vvs04367@mail.ru

**Abstract.** The article analyzes and summarizes the evaluation characteristics and criteria indicators of computational and graphic works (RGR) performed in the learning process during the implementation of the FGOS in 3++.

**Keywords:** educational activity, set of competencies, competence approach, criterion, knowledge, thinking, skill, skill.

**В**опросы организации учебного процесса, выбор методики или приемов ведения образовательной деятельности в рамках реализации ФГОС ВО 3++ отдано на рассмотрение и принятие программы обучения учебным заведениям, конечно же, в рамках существующих стандартов, нравственных норм правил.

Основная часть образовательного процесса складывается из нескольких видов деятельности: лекционный (теоретический) курс, комплекс практических и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы обучающихся. По каждому разделу, для закрепления теоретических и практических навыков, предусмотрены определенные задания, которые для дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика», в частности, рекомендованы в виде выполнения расчетно-графических работ (РГР).

Практические занятия по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» являются основным видом деятельности обучающихся, на которых происходит накопление знаний, выработка умений и навыков, которые регламентируются государственными образовательными стандартами для приобретения заданного набора компетенций.

Если рассматривать традиционную систему оценивания «по оценкам», то можем сказать, что она формировалась в рамках модели образования, которая отражает результат усвоения знаний, а не сам процесс освоения (табл. 1) [1].

Таблица 1

Уровень знаний	Показатели
Минимальный (1–2 балла)	Уровень достижений умственной деятельности
Удовлетворительный (3 балла)	Испытываемые затруднения
Достаточный (4 балла)	Освоение специфических приемов деятельности
Высокий (5 баллов)	Уровень проявления самостоятельной деятельности обучающихся

Данная градация не выделяет четких параметров, но удобна в пользовании, что позволяет проставлять преподавателю приблизительные оценки на фоне уровня группы, однако фактически не соответствует современным требованиям компетентностного подхода.

Надо понимать, что компетентностный подход требует оценивания более сложных результатов – компетенций, что влечет за собой необходимость разработки и практического применения новых вариантов оценивания.

Одним из вариантов оценочной деятельности является процесс критериального оценивания, который обеспечивает переход к деятельному подходу в организации учебного процесса, ориентированного на развитие компетенций обучающегося.

Критериальное оценивание – процесс, основанный на сравнении достижений обучающимися с четко определенными, заранее известными всем участникам учебного процесса критериями оценивания,

Тенденции в развитии системы оценивания в целом заключаются в сравнении индивидуальных достижений обучающегося с определенными критериями, основанными на компетентностном подходе и новой образовательной модели. При этом возникает необходимость уточнить понятия, которые являются ключевыми в рассматриваемом материале:

- критерий – мерило оценки, признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо.
- критериальное оценивание – это оценивание по критериям, то есть оценка, складывающаяся из составляющих (критериев), которые отражают достижения обучающихся по разным направлениям развития их учебно-познавательной компетентности, используя разные виды, формы и методы оценивания и самооценки [1].

Критерии, по которым преподаватель оценивает результаты:

1. Знание и понимание обучающихся предметного материала.
2. Мышление обучающегося: использование им приемов критического и креативного мышления, насколько он умеет вести поиск информации и обобщать ее. Как умеет синтезировать, организовывать и анализировать полученную информацию.
3. Уровень коммуникации обучающегося, как он умеет передавать свои знания посредством различных форм изложения материала.
4. Умение применять свои знания.

При этом оценивании возникает необходимость педагогического контроля обучающихся, что фактически является неотъемлемым элементом учебно-воспитательного процесса, действенным средством получения прочных и осознанных знаний.

Формы контроля можно выявить по трем основным признакам:

- по способу организации;
- по способу подачи информации;
- по периодичности;
- по назначению.

В нашем случае – работа на практических занятиях, решение тестовых заданий на усвоение текущего материала, собеседование по результатам выполнения индивидуальных вариантов РГР можно отнести к формам контроля по назначению и периодичности, так как перечисленные мероприятия проводятся строго в начале каждого занятия и каждую неделю.

В качестве критериального эталона служит пример выполненной работы, который представлен в учебно-методическом пособии и на его основе происходит индивидуальное выполнение задания обучающимися (рис. 1). В задаче, представленной к рассмотрению, необходимо выполнить целый комплекс логических и алгоритмических действий, которые в дальнейшем позволяют проанализировать полученное решение, что в свою очередь дает возможность расширить пространственное мышление, а подготовившись к защите результатов задачи продемонстрировать их в виде логического ряда суждений. В итоге у преподавателя появляется возможность оценить логическую и графическую компетенции, а именно насколько полно обучающийся умеет передавать свои знания посредством различных форм изложения материала, насколько точно владеет рациональными способами выполнения изображений на основе их вариативного выбора, а также возможность обоснования положения объектов в пространстве.

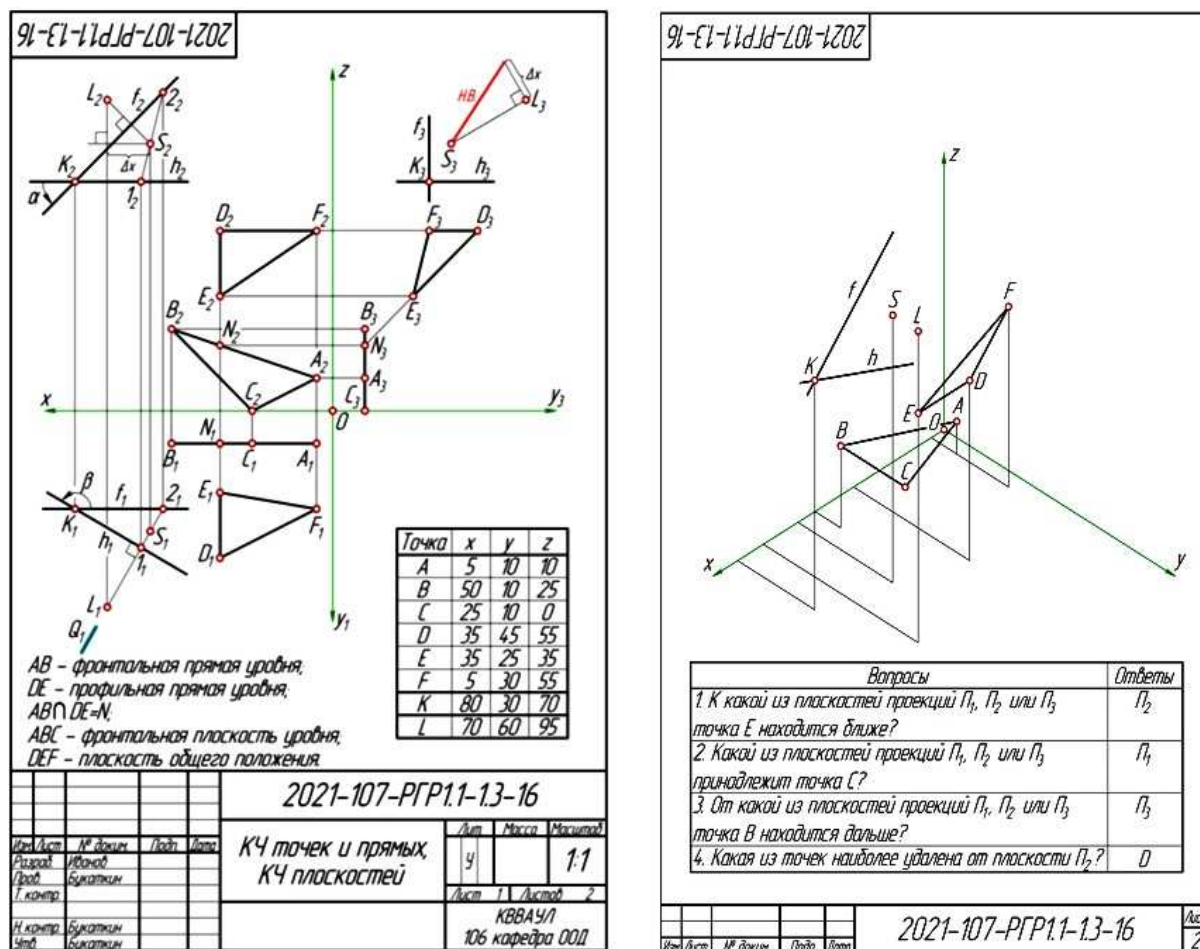


Рисунок 1

Оценивание результатов можно условно представить в виде уровней:

- Необходимый базовый уровень – решение типовой задачи, подобной тем, что решали уже много раз, где требовались отработанные действия и усвоенные знания. Данный уровень вполне достаточен для продолжения образования, а в привычной оценочной системе можно оценить, как «хорошо, но не отлично» или «нормально» (решение задачи с недочётами).

- Повышенный уровень (программный) – решение нестандартной задачи, где потребовалось произвести решение с использованием нового раздела, либо использование новых, усваиваемых в данный момент знаний (в том числе выходящих за рамки опорной системы знаний по предмету). Умение действовать в нестандартной ситуации – это отличие от необходимого всем уровня. Качественной оценкой в этом уровне выступает пятибалльная система, а именно «отлично» или «почти отлично».

- Минимальный базовый уровень – решение задач обучающимися, но для которых тяжело дается самостоятельный поиск правильного действия в процессе прохождения по алгоритму задач. Требуются постоянные консультации или с преподавателями или с со своими коллегами по группе. В конечном итоге добившись искомого результата, обучающийся способен передать информацию по последовательности своих действий, но выйти за предел этих навыков не может. Качественной оценкой в этом уровне выступает оценка «удовлетворительно».

По факту анализа представленных работ обучающимися за 2021–22 учебный год, на основе критериальных показателей выявлены следующие типичные ошибки в рамках поставленных задач по теме 1:

- отсутствует таблица исходных данных;
- основная надпись не заполнена;
- ответы на вопросы не представлены;
- Н.В. рекомендовано определить на плоскости  $\Pi_3$ , а по факту где придется;
- определение прямой DE неверно;

- перпендикуляр построен неверно в плоскости П2;
- не указана плоскость, в которую заключили перпендикуляр.

На рисунках 2 и 3, в качестве примера вариативных заданий, представлены ряд работ обучающихся с выявленными недостатками.

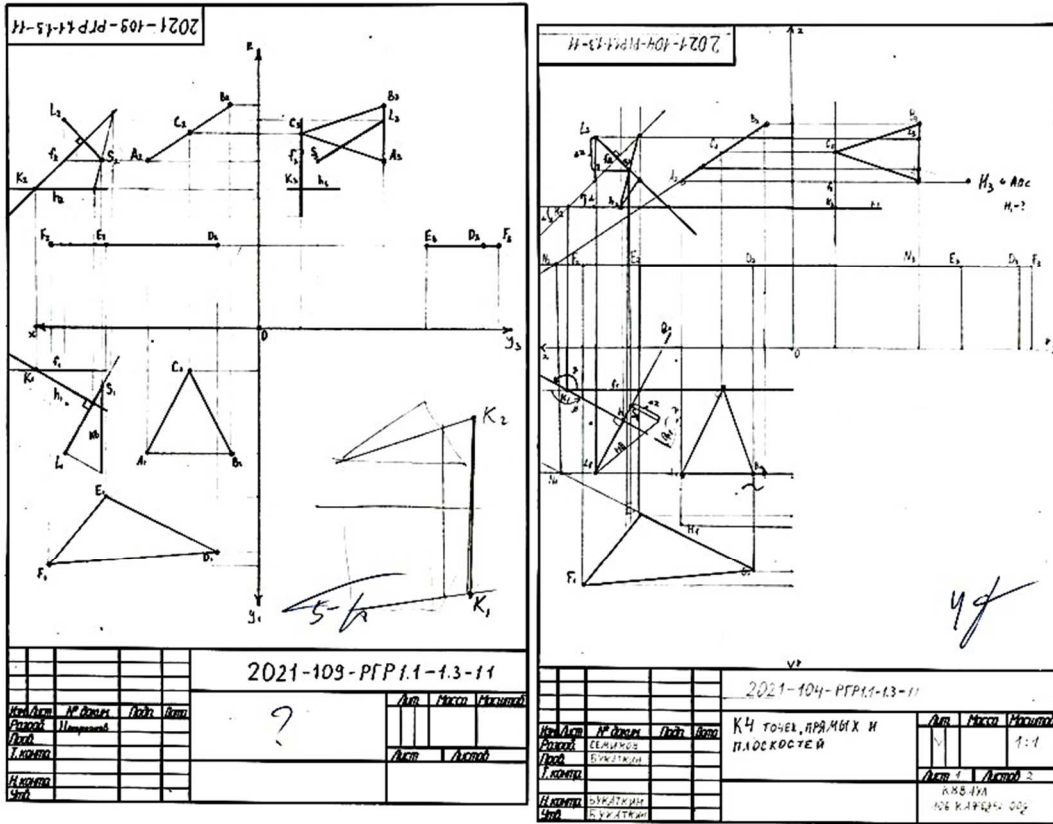


Рисунок 2

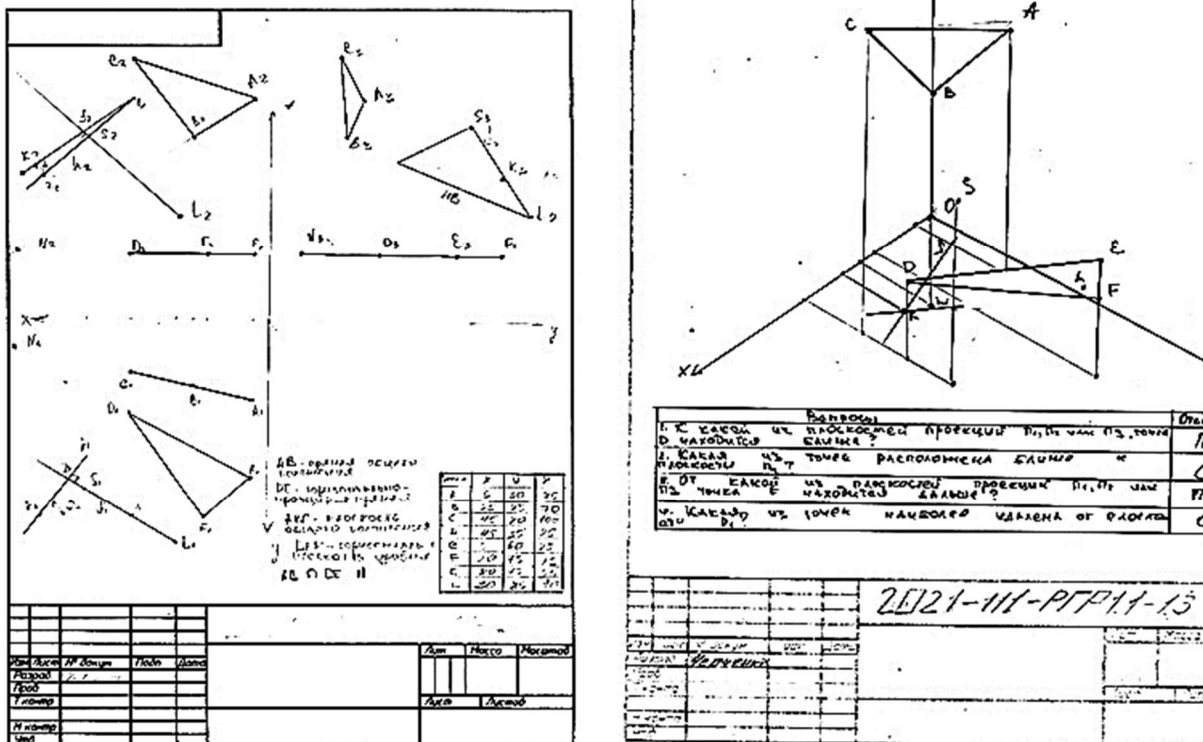


Рисунок 3

Анализ выполненных задач показал, что преподавательскому коллективу необходимо перестраивать свои оценочные суждения в сторону критериальных, рекомендуя обратить внимание на выявленные недостатки для устранения их в процессе защиты работ, выявление ошибок сделать более прозрачным – для этого обязательно все замечания, которые выявляются отражать на полях, а если они отсутствуют фиксировать записью – к защите (рис. 4).

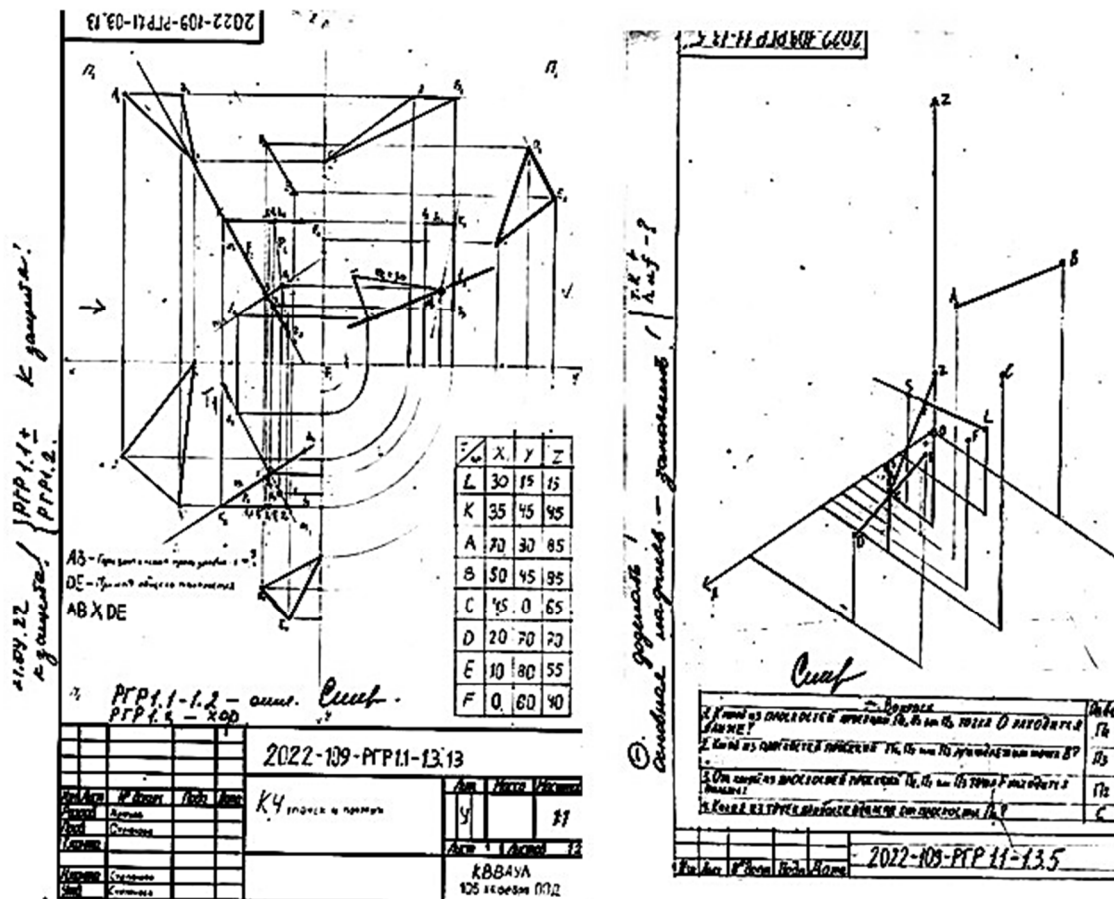


Рисунок 4

При выполнении последующих работ все замечания озвученные преподавателем обучающимся в теме 1 должны быть устранены и больше не появляются. Однако, невнимательность, а зачастую халатное отношение обучающихся к поставленным задачам, при анализе работ по следующим темам опять появляются и, к сожалению, преподаватель их тоже игнорирует, чего не должно быть.

Для чего проводился анализ работ обучающихся, прошедшего учебного года? Это связано с желанием обобщить и выявить критериальные показатели. В связи с чем создана так называемая памятка для преподавателей дисциплины, которая должна применяться при проверке РГР. В дальнейшем она может стать обобщающим моментом при связи критериальных показателей с оценочным вариантом результирующих параметров дисциплины по каждой теме, разделу и итоговой аттестации в целом.

Таблица 2 – Критерии оценки при рецензировании и приеме чертежей РГР

Оценка	Требования к знаниям	Требования к умениям и навыкам
1	2	3
5	Глубокое знание программного материала, соответствующего тематике чертежа. Свободное чтение чертежа, высокое качество его графического исполнения и оформления, отсутствие ошибок, владение терминологией. Квалифицированное объяснение, грамотная защита графических разработок	Полное соответствие чертежа требованиям и нормам стандартов ЕСКД. Умелое и правильное использование стандартов, справочной и учебной литературы. Грамотное и качественное устранение графических неточностей погрешностей, допущенных на чертеже



**Окончание таблицы 2**

1	2	3
4	Твердое усвоение программного материала по тематике чертежа. Знание положений большинства стандартов ЕСКД. Правильное чтение чертежа. Владение основной терминологией, принятой в инженерной графике. Достаточно квалифицированная защита чертежа. Уверенные и правильные ответы на вопросы преподавателя. Умелое владение чертежными принадлежностями	Соответствие чертежа требованиям и нормам стандартов ЕСКД. Достаточно качественное графическое исполнение и оформление чертежа при наличии несущественных, легко исправимых недостатков и ошибок второстепенного характера. Грамотное устранение ошибок и погрешностей после замечаний преподавателя. Умелое и правильное использование стандартов, справочной и учебной литературы
3	Наличие знания основного программного материала по тематике чертежа. Знание только основных стандартов ЕСКД. Неполная, непоследовательная защита чертежа. Неуверенное чтение чертежа. Несоответствие чертежа требованиям и нормам стандартов ЕСКД	Требуется помощь преподавателя. Неуверенное владение терминологией, принятой в начертательной геометрии и инженерной графике. Требуется помощь преподавателя. Неуверенное владение терминологией, принятой в начертательной геометрии и инженерной графике
2	Низкое качество графического исполнения и оформления чертежа. Наличие на чертеже существенных и грубых ошибок. Слабое владение техникой черчения. Исправление чертежа только с помощью преподавателя. Неумелое владение чертежными принадлежностями	Незнание или непонимание большей или наиболее важной части программного материала, а чтение чертежа вызывает затруднения. Непоследовательная поверхностная защита чертежа, а также незнание терминологии. Неправильные ответы на вопросы преподавателя. Несоответствие чертежа требованиям и нормам стандартов ЕСКД. Низкое качество графического исполнения и оформления чертежа. Слабое владение техникой черчения

**Список литературы:**

1. Арапов В.М. Выбор методов обучения инженерной графике при реализации ФГОС для бакалавров. – URL : [http:// do.gendocs.ru/docs/index-9187](http://do.gendocs.ru/docs/index-9187)
2. Тунаков А.П. Зачем преподавать студентам умирающие дисциплины // Поиск. – 2007. – № 11(929). – С. 6.
3. Использование логических операций при моделировании в системе автоматизированного проектирования / Д.Г. Борзов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – 2019. – С. 135–140.
4. Развитие пространственного мышления при создании анимации с использованием автоматизированного программного комплекса / В.В. Степанов // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 178–182.

УДК 004.942

**ПРЕДПОСЫЛКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
УПРОЩЕННОГО МЕХАНИЗМА ИЗМЕНЕНИЯ СТРЕЛОВИДНОСТИ КРЫЛА  
С ДАЛЬНЕЙШИМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАК ДЕМОСТРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ**



**PREREQUISITES AND COMPUTER-AIDED DESIGN  
OF A SIMPLIFIED MECHANISM FOR CHANGING THE SWEEP  
OF THE WING WITH FURTHER USE AS A DEMONSTRATION MODEL**

**Горобчук А.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Степанова М.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvs4967@mail.ru

**Степанов В.В.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
vvs04367@mail.ru

**Аннотация.** В статье обобщены исторические конструкционные предпосылки создания крыла с изменяющейся стреловидностью, результатом которой стало представление созданной упрощенной 3D модели данного механизма в системе автоматизированного программного комплекса.

**Ключевые слова:** стреловидность крыла, конструктивная идея, взлетно-посадочные характеристики, система автоматизированного программного комплекса.

**Gorobchuk A.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Stepanova M.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
mvs4967@mail.ru

**Stepanov V.V.**

Doktor in Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
vvs04367@mail.ru

**Abstract.** The article summarizes the historical structural prerequisites for creating a wing with a variable sweep, which resulted in the presentation of the created simplified 3D model of this mechanism in the automated software system.

**Keywords:** wing sweep, constructive idea, takeoff and landing characteristics, automated software system.

**Ц**ель работы:  
понять конструкционные предпосылки появления механизма изменения стреловидности крыла;

Построить упрощенную электронную модель механизма, показывающую в учебных целях принцип работы соединения разъемного в теме «Основные конструкторские документы».

Вопрос изменения стреловидности крыла всегда волновал разум конструкторов, и связан, в первую очередь с увеличением скоростных режимов полета. В начале 20 века, на который приходился самый расцвет авиации, для получения требуемых характеристик необходимо было обеспечить согласование с воздушной средой. Именно это и повлекло совершенствование конструкции самолета и их силовых установок, так как аэродинамические свойства, прежде всего, зависят от значения подъемной силы (1), а для этого требуется влияние на увеличение факторов:

- значения коэффициента подъемной силы;
- скорости летательного аппарата;
- площади крыла:

$$Y = C_y S \frac{\rho V^2}{2}, \quad (1)$$

где  $C_y$  – коэффициент подъемной силы, зависящей от угла атаки (зависит от формы профиля крыла);  $\rho$  – плотность воздуха на высоте полёта (кг/м<sup>3</sup>);  $V$  – скорость набегающего потока (м/с);  $S$  – характерная площадь крыла (м<sup>2</sup>).

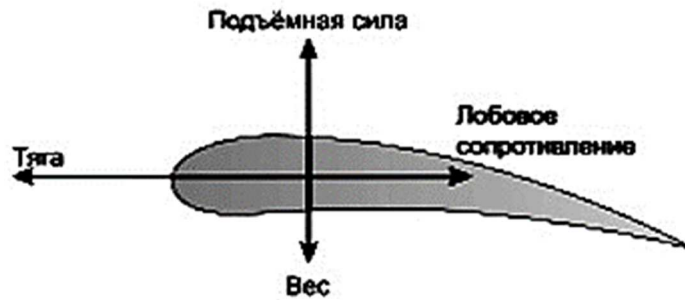


Рисунок 1

Исходя из данной формулы:

- для увеличения скорости, необходимо иметь мощный двигатель, который обеспечит тяговооруженность;
- для увеличения  $C_y$  – совершенствование конструкции профиля крыла самолета;
- для увеличения характерной площади крыла – создавались конструкции в виде бипланов или даже так называемых «этажерок» (формирование нескольких крыльев одного над другим) [1].

С течением времени, происходило развитие промышленности, появлялись новые образцы двигателей и конструкционных материалов, созданных специально для производства самолетов, в частности, алюминий, как легкий металл постепенно начал вытеснять фанеру и перкаль, что сказалось на увеличении скорости.

Однако, конструкция биплана не могла обеспечить скоростные характеристики, так как мешала преодолеть высокое аэродинамическое сопротивление. Это привело к тому, что конструкторами были разработаны монопланы, но как у любой новой конструктивной идеи присутствовали положительные и отрицательные моменты.

Недостатки:

- большой разбег при взлете;
- большой пробег на посадке;
- длина ВПП увеличивается;
- маневренность снижается [1].

Для преодоления перечисленных факторов, в 30-х годах 20 века инженером В. В. Шевченко был создан истребитель ИС-1 (истребитель складной, первый), в котором были воплощены новейшие конструктивные идеи:

- биплан после отрыва от земли мог убрать не только шасси, но и нижнее крыло, сложив его по шарнирам;
- колеса убирались в боковые ниши фюзеляжа;
- корневая часть крыла специальным подъемным механизмом убиралась в боковые ниши фюзеляжа;

концевая часть крыла – вписывалась в выемку нижней части верхней плоскости.

Кроме того, проблему совмещения высоких взлетно-посадочных характеристик, маневренности и скорости были урегулированы за счет приспособлений, изменяющих геометрическую конфигурацию аппарата, таких как – предкрылки, щитки, закрылки, изменяемый шаг винта.

Полученная конструкция моноплана оказала влияние на изменение характеристик полета:

- уменьшилось лобовое сопротивление;
- увеличивалась скорость полета [1].

В середине 20 века благодаря созданию реактивных двигателей, самолеты получили возможность развивать скорость, дальность и высоту полета, а также преодолевать так называемый звуковой барьер. К этому же периоду можно отнести и изменение вида летательных аппаратов – конструкция крыльев реактивных самолетов приобрела стреловидность.

Используя такое строение крыла, позволило увеличить скорость, при которой наступает волновой кризис, и как следствие – меньшее сопротивление на трансзвуковых скоростях по сравнению с прямым крылом (рис. 2) [2].

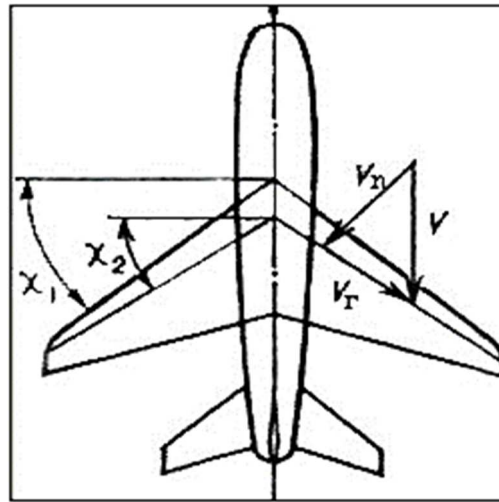


Рисунок 2

Но опять же, сказав о положительных моментах, нельзя не указать и на недостатки:

- пониженная несущая способность крыла;
- меньшая эффективность действия механизации;
- увеличение поперечной статической устойчивости по мере возрастания угла стреловидности крыла и угла атаки;
- присутствие длинной взлетно-посадочной полосы.

Выявив недостатки, понадобилось объединить в одной конструкции преимущества прямого и стреловидного крыльев, что и повлекло к созданию в 60-х годах 20 века, на базе КБ Сухого и Микояна, разработки крыла с изменяемой стреловидностью.

Крыло с изменяемой стреловидностью состоит из поворотных консолей (поворотные части крыла – ПЧК), средней части крыла (СЧК) – центроплана, узла поворота и системы управления поворотом крыла.

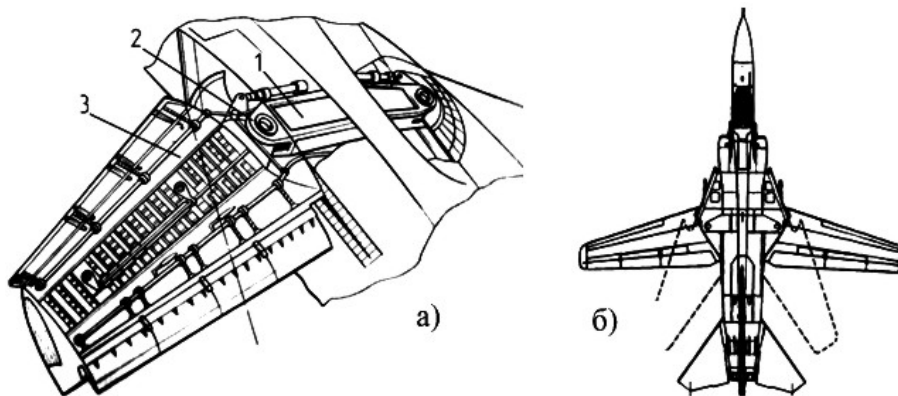


Рисунок 3 – а) конструкция крыла изменяемой стреловидности. (1 – центральная часть крыла; 2 – узел поворота; 3 – поворотная консоль); б) положение крыльев на различных режимах полета

Поворотные консоли при помощи механизма поворота во время взлета и посадки устанавливаются в положение минимального угла стреловидности. При крейсерском дозвуковом полете они перемещаются в некоторое промежуточное положение, а при полетах на сверхзвуковой скорости – устанавливаются в положение максимального уг-

ла стреловидности. Поворотная часть крыла, как правило, может фиксироваться в любом промежуточном положении. Угол стреловидности ее обычно меняется в пределах 15–75°. Поворот крыла осуществляется гидромеханическим приводом [2].

Кратко обобщив исторические предпосылки создания механизма изменяемой стреловидности крыла, приступаем к созданию электронной модели данной конструкции. Работу производим при помощи системы автоматизированного программного комплекса КОМПАС-3D, версия 17.1, понимая, что использование средств компьютерного моделирования в образовательном процессе позволяет получить не только новые знания, умения и навыки, но и развить творческий потенциал обучающихся [3]. В этом случае роль преподавателя состоит в организации и обозначении вектора познавательной деятельности (опираясь зачастую на собственный опыт и свои творческие предпочтения в рамках преподаваемой дисциплины). Однако, дальнейшая работа по изучению материала и созданию виртуальных построений целиком и полностью ложится на обучаемого, который уже использует свой когнитивный опыт.

Как всегда работа над разрабатываемой упрощенной электронной моделью начинается с определения количественного состава – в нашем случае определены четыре оригинальных детали – гидро-механический привод (рис. 4) – вал и втулка с проушинами для крепления; НЧК и ПЧК (рис. 5).

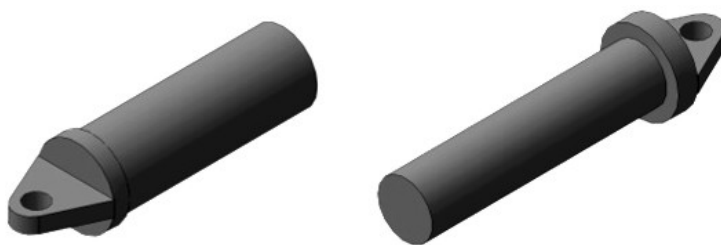


Рисунок 4

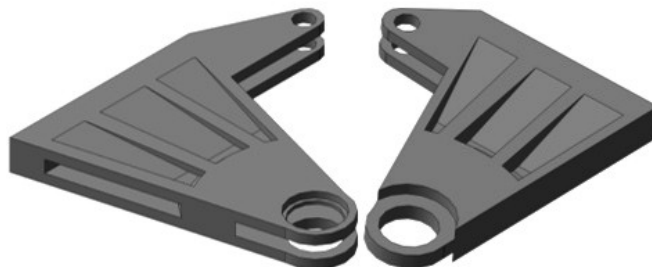


Рисунок 5

На основе созданных электронных моделей механизма, не составляет труда организовать сборочный процесс данных деталей (компонентов). Используя размещение компонентов по соосности, совпадению и вращению получена электронная модель сборочной единицы, представленная на рисунке 6.



Рисунок 6

В результате проделанной работы, обучающимся была выполнена работа, которая включила в себя конструкционные предпосылки создания механизма изменения стреловидности крыла, оценивание аэродинамических свойств и факторов, влияющих на скоростные характеристики полета. В завершении создана первичная упрощенная виртуальная модель механизма, используя которую при дальнейшей работе оценить с точки зрения оптимизации комплектующего узла на основе статистического расчета приложения APM FEM, а также перейти к созданию уточненной конструкции. Кроме того, полученную сборочную единицу можно применять в качестве демонстрационной при изучении темы «Основные конструкторские документы», в частности при рассмотрении подвижных и неподвижных соединений.

**Список литературы:**

1. URL : <http://www.spacephys.ru/krylo-s-izmenyaemoi-strelovidnostyu>
2. URL : <http://avia-simply.ru/o-strelovidnosti-krila>
3. Использование логических операций при моделировании в системе автоматизированного проектирования / Д.Г. Борзов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – 2019. – С. 135–140.
4. Поверхностное моделирование и создание анимации оригинальных моделей в системе автоматизированного программного комплекса КОМПАС-3D / Г.В. Карангин [и др.] // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – 2019. – С. 157–162.
5. Развитие пространственного мышления при создании анимации с использованием автоматизированного программного комплекса / В.В. Степанов [и др.] // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 178–182.

УДК 004.942

**ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ  
МОДЕЛИ ЖАРОВОЙ ТРУБЫ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА**



**GEOMETRIC CONCEPT OF CREATING  
A MODEL OF A RING-TYPE HEAT PIPE**

**Мутовкина Ж.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Степанова М.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvs4967@mail.ru

**Степанов В.В.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
vvs04367@mail.ru

**Нефедовский В.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
victor\_anna@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты проделанной работы геометрического построения модели жаровой трубы кольцевого типа, каждый из этапов моделирования демонстрируется с помощью рисунков. Обозначены перспективы дальнейшей работы.

**Ключевые слова:** математического моделирования, специализированный программный комплекс, объект моделирования, жаровая труба кольцевого типа, кольцевые секции, технологии параметризации.

**Mutovkina J.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Stepanova M.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
mvs4967@mail.ru

**Stepanov V.V.**

Doktor in Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
vvs04367@mail.ru

**Nefedovsky V.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
victor\_anna@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of the work done on the geometric construction of a ring-type heat pipe model, each of the modeling stages is demonstrated using drawings. Prospects for further work are outlined.

**Keywords:** mathematical modeling, specialized software package, modeling object, ring-type heat pipe, ring sections, parametrization technologies.

**В** настоящее время в какой бы области человек не работал, обязательно придется столкнуться с использованием ЭВМ, в частности одним из бурно развивающихся направлений применения трёхмерным моделированием. Ещё несколько десятилетий назад никто не мог и представить себе, что с помощью компьютера будет возможно визуально воспроизвести практически все элементы окружающей действительности. В наши дни технологии трёхмерного моделирования позволяют не только увидеть изображение того или иного объекта на экране монитора, но и посмотреть на объект с разных ракурсов, в движении (использование анимации). Благодаря данному направлению разработки появилась возможность применения таких научно-технических методов, которые позволяют с малыми затратами получить как можно более точные характеристики объектов реального мира. Программа, работающая с трёхмерной графикой, рассчитывает математическую модель, преобразуя её в двумерную картину для вывода на плоский монитор, поэтому можно задать закон изменения координат объекта, либо самого объекта.

Теория математического моделирования позволяет с достаточно высокой точностью описывать свойства объектов реального физического мира. Это достигается в

процессе разработки математической модели (в процессе математического моделирования) с помощью идентификации (определения или уточнения) ее параметров. Именно математическая строгость применения вычислительных методов позволяет создавать модели, адекватные поведению реального объекта, т.е. достаточно точно воспроизводящие характер изменения исследуемых. Современные возможности информационных технологий позволяют применять в решении инженерных задач синтетические методы, основывающиеся на геометрическом моделировании, наравне с аналитическими методами, но при этом в явном виде возникает преимущество восприятия - визуализации процесса [1].

Таким образом, на основе перечисленного, выбираем в качестве объектной области исследования процесс моделирования жаровой трубы кольцевого типа с использованием универсального специализированного программного комплекса КОМПАС-3D

Для создания модели рассматриваемого объекта моделирования, необходимо ознакомиться или с прототипом, или с чертежами (рис. 1), которые имеются в открытом доступе.

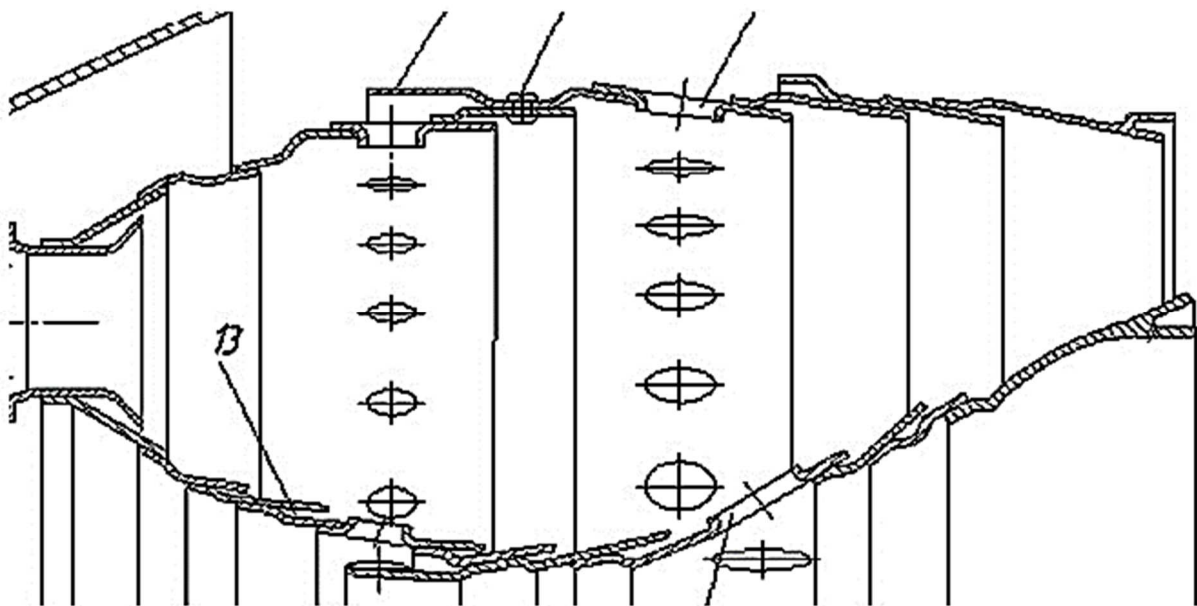


Рисунок 1

Конструктивно жаровая труба включает в себя наружную и внутреннюю секции, состоящих из профилированных колец. За счет телескопического соединения газосборника с сопловым аппаратом турбины и свободной посадки на вихревых топливных форсунках, жаровая труба освобождена от передачи радиальных и осевых нагрузок.

Для создания модели были проведены замеры на деталях конструкции прототипа и определены основные элементы конструкции, подлежащие точному геометрическому моделированию. Основными элементами конструкции являются наружная и внутренняя обечайки, состоящие из нескольких профилированных кольцевых секций. Моделирование жаровой трубы можно осуществить несколькими способами:

1. Создание каждой секции в отдельном файле в виде 3D модели. После этого сборка формируется из созданных моделей в новом файле при помощи специализированного набора инструментов позиционирования.

2. Разработка всех секций в одном файле, причём эскиз каждой секции располагается в месте его конечного положения в сборке данной секции. При этом построение 3D модели секции выполняется методом выдавливания вращением вокруг заданной оси. Существенным недостатком такого способа моделирования является потеря взаимосвязи между соседними секциями, что может привести к затруднению использования модели при дальнейших расчетах.



В нашей работе обучающийся, приняв к реализации задачу исследования, выбрал первый способ получения каждой из секций жаровой трубы. Для этого были созданы два взаимозависимых эскиза (рис. 2, а, б), представляющие собой совокупность линий и кривых для внешнего и внутреннего секционного состава.

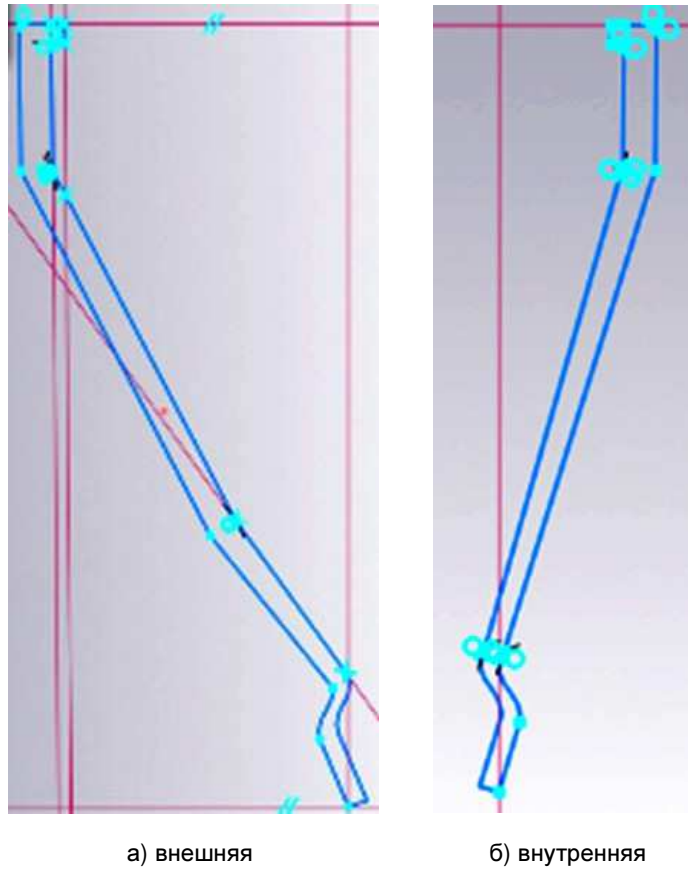


Рисунок 2 – Эскиз секции камеры сгорания

Так как сама камера сгорания является осесимметричным телом вращения, осью которой является ось ротора двигателя, то и выполненные эскизы сориентированы относительно указанной линии. При конструировании учитывались конкретные параметры каждой секции, что в совокупности с использованием технологии параметризации существенно упрощало построение модели. Параметры, участвующие в расчетной математической модели, можно корректировать в процессе работы.

Разработанные секции жаровой трубы получены операцией вращения (рис. 3 и 4).

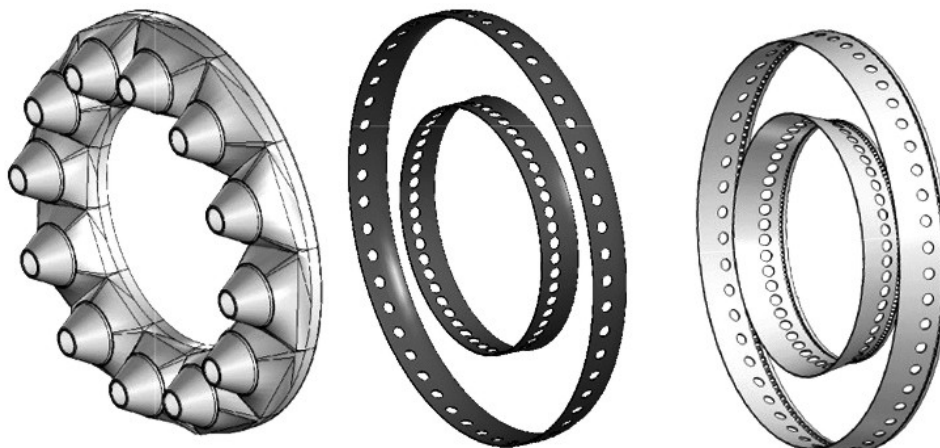


Рисунок 3 – Секции жаровой трубы – с первой по третью



Рисунок 4 – Секции жаровой трубы – с четвертой по шестую

После построения объёмных тел необходимо создать конструктивные элементы – пазы, отверстия, воздухозаборники, и другие элементы, которые распределены по поверхности каждой секции по определенным закономерностям. Для создания таких элементов удобно использовать операцию «Массив элементов».

Отверстия создаются следующим образом: при клике по соответствующей иконке на панели инструментов, вызывается операция «отверстие», в графе «начальная точка» указывается точка на осевой линии отверстия, в графе «Направление» указывается «вектор». Затем в графе «Глубина» указывается «До выбранного» и выбирается нужная поверхность. В графе «Диаметр» указывается необходимый размер отверстия и производится его сохранение. Если отверстие построено правильно, то не выходя из меню «Отверстие» повторяются все предыдущие операции для остальных отверстий, причем для снижения температурных напряжений в районе отверстий и повышения жесткости края отверстий отбортовываются внутрь жаровой трубы.

Каждая секция в дальнейшем участвует в разработке сборочной операции, используя наложение сопряжения «Соосность» из команды «Размещение компонентов» (секций). Для создания данного сопряжения указываются цилиндрические грани одного и другого объекта. Взаимное положение компонентов фиксируется. В результате проведенных построений получена модель жаровой трубы кольцевого типа (рисунок 5), каждая из секций фиксируется дополнительно с помощью точечной сварки. Для большей наглядности компоновки каждой из секций жаровой трубы выполнен вырез  $\frac{1}{4}$  части объекта.

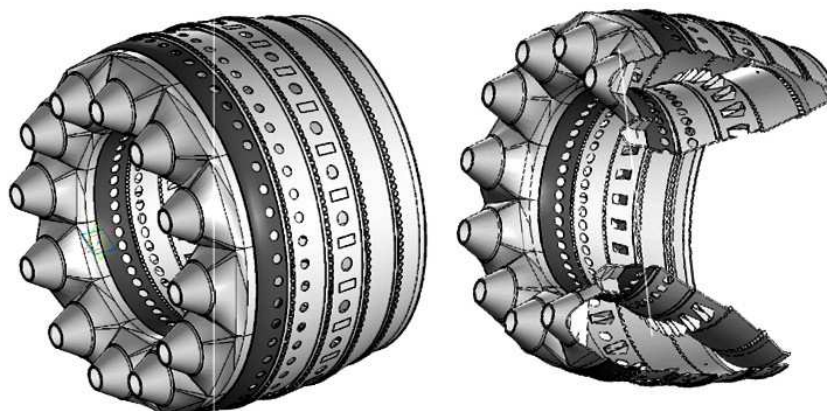


Рисунок 5

Тем самым цель, поставленная в начале работы достигнута, отработан процесс моделирования с использованием универсального специализированного программного комплекса КОМПАС-3D – жаровая труба создана.

Проделанная работа позволяет продолжить исследовательскую работу в данном направлении в дальнейшем продолжить исследования и провести компьютерный эксперимент с помощью систем инженерного анализа APM FEM, то есть получить нагрузочные характеристики теплового расчета и оценить возможности применяемого метода для получения конечного результата.

Кроме того, в планах исследования намечено использования приложения Kompas Flow для оценки особенности организации движения двухфазного потока, состоящего из воздуха и испаренного топлива, организацию зоны смешения за счет подвода вторичного воздуха и распределение поля температуры на выходе из жаровой трубы.

**Список литературы:**

1. Использование логических операций при моделировании в системе автоматизированного проектирования / Д.Г. Борзов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – 2019. – С. 135–140.
2. Развитие пространственного мышления при создании анимации с использованием автоматизированного программного комплекса / В.В. Степанов // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 178–182.
3. Демонстрационная программа обтекания тонкого профиля PROFIL\_NST / В.А. Нефедовский [и др.] // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022664268, 27.07.2022. Заявка № 2022663433 от 15.07.2022.
4. Степанов В.В. Статистическое оценивание и анализ результатов эксперимента / В.В. Степанов, М.В. Степанова, В.А. Коссой // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. сборник научных статей. – Краснодар, 2020. – С. 274–278.

УДК 629.73

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ КРЫЛА  
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЕГО СТРЕЛОВИДНОСТИ**



**INVESTIGATION OF THE FLOW AROUND  
THE WING WHEN CHANGING ITS SWEEP**

**Абдурахманов З.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
istrebitel-29@mail.ru

**Шипулин Д.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
shmv13@yandex.ru

**Чижиков М.Е.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
istrebitel-29@mail.ru

**Горобчук А.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gor.sas2020@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследования является рассмотрение аэродинамических особенностей самолёта при изменении стреловидности крыла. Объект исследования – аэродинамические характеристики самолёта на разных режимах полёта при углах малой, средней и большей стреловидности.

**Ключевые слова:** самолёт, крыло, стреловидность, прямое крыло.

**Abdurakhmanov Z.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
istrebitel-29@mail.ru

**Shipulin D.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
shmv13@yandex.ru

**Chizhikov M.E.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
istrebitel-29@mail.ru

**Gorobchuk A.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
gor.sas2020@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to consider the aerodynamic features of the aircraft when changing the sweep of the wing. The object of the study is the aerodynamic characteristics of the aircraft in different flight modes at angles of small, medium and large sweep.

**Keywords:** aircraft, wing, sweep, straight wing.

**К**аждый авиаконструктор 20-го века стремился создать самолёт, обладающий высокой тяговооруженностью, который мог летать выше, быстрее, чем его конкуренты. В первой половине 20 века большинство самолетов имели прямое крыло. Для достижения больших скоростей полета требуется обеспечения двух условий высокая тяга двигателя и низкое лобовое сопротивление.

Что касается лобового сопротивления, то на больших скоростях, превышающих критическое число  $M$ , возникает волновой кризис, при котором на крыле возникают сверхзвуковые зоны с дальнейшим образованием скачков уплотнений и волнового срыва пограничного слоя, что приводит к резкому увеличению лобового сопротивления. Данное явление для прямого крыла является своеобразным якорем. Выходом из этой ситуации нашли в применении стреловидного крыла, при котором волновой кризис наступает позже и проходит менее интенсивно. Почему это происходит?

При обтекании крыла, имеющего стреловидность по передней кромке  $\chi$ , набегающий воздушный поток можно представить состоящим из двух потоков, один из которых перпендикулярный, а другой касательный к передней кромке крыла (рис. 1).

Вектор скорости набегающего воздушного потока равен векторам нормальной составляющей скорости  $\vec{V}_n$  потока и тангенциальной составляющей скорости  $\vec{V}_\tau$ :

$$\vec{V} = \vec{V}_n + \vec{V}_\tau. \quad (1)$$

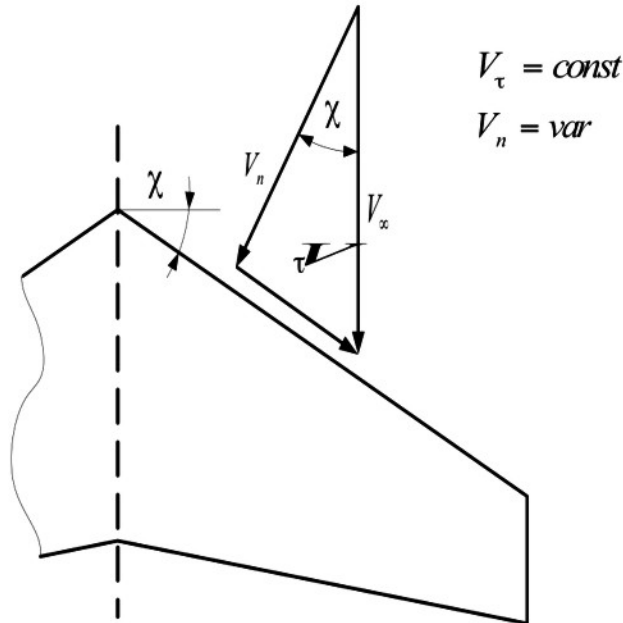


Рисунок 1 – Обтекание стреловидного крыла

В образовании сил давления участвует только нормальная составляющая скорости  $\vec{V}_n$ , которая в процессе обтекания профиля испытывает деформацию.

Значит скорость невозмущенного потока, при которой при которой  $\vec{V}_n$  достигнет на крыле скорости звука на стреловидном крыле будет больше, тем самым отодвигая начало волнового кризиса.

Рассмотрим обтекание стреловидного крыла в плане (рис. 2). Касательная составляющая вектора скорости  $V_\tau$  постоянна, а нормальная  $V_n$  – переменна, поэтому результирующая местная скорость обтекания непрерывно изменяется как по величине, так и по направлению.

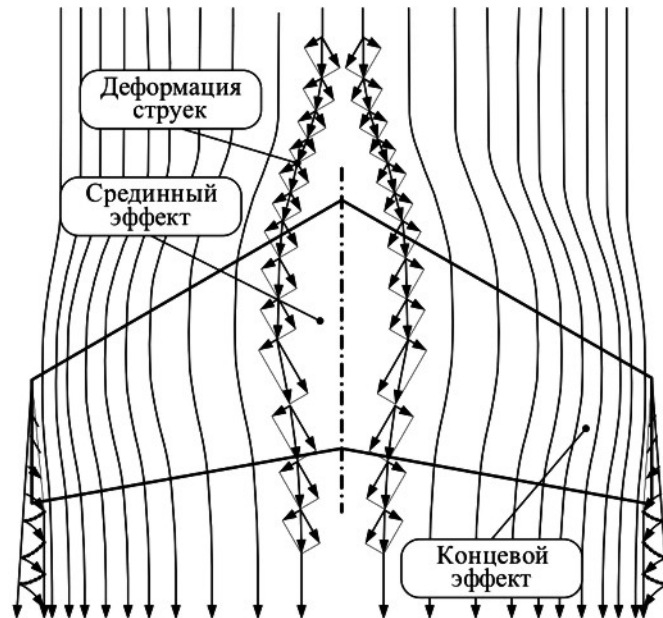


Рисунок 2 – Обтекание верхней поверхности срединной и концевых частей стреловидного крыла

Уменьшение нормальной составляющей скорости из-за увеличения давления воздушного потока перед крылом вызывает искривление струек в сторону концов крыла, а ее увеличение по причине уменьшения толщины струек на переднем скате профиля крыла – в сторону середины крыла.

Кроме того, за счет перетекания воздуха снизу вверх у концов крыла наблюдается дополнительное искривление струек. В результате в средней части крыла происходит значительное расширение струек, так как поток, обтекающий полукрыло, отклоняется к концевой его части, а на законцовках крыла струйки, наоборот, сужаются.

Данная пространственная картина стреловидного крыла приводит к тому, что величина  $M_{кр}$  в различных сечениях крыла не одинакова. В центральных сечениях  $M_{кр}$  возрастает по сравнению с сечениями на концах крыла. Другими словами, волновой кризис происходит не одновременно на всем размахе крыла, а растянут по времени и размаху крыла. Тем самым волновой кризис на стреловидном крыле проходит более плавно (рис. 3).

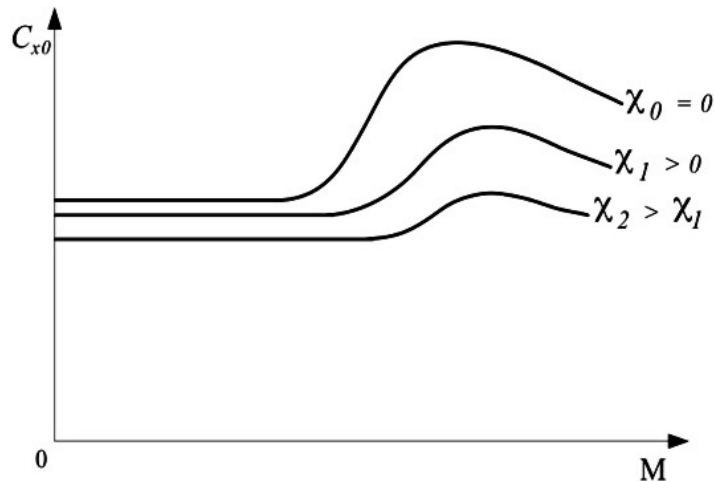


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента безындуктивного сопротивления от числа  $M$  и угла стреловидности

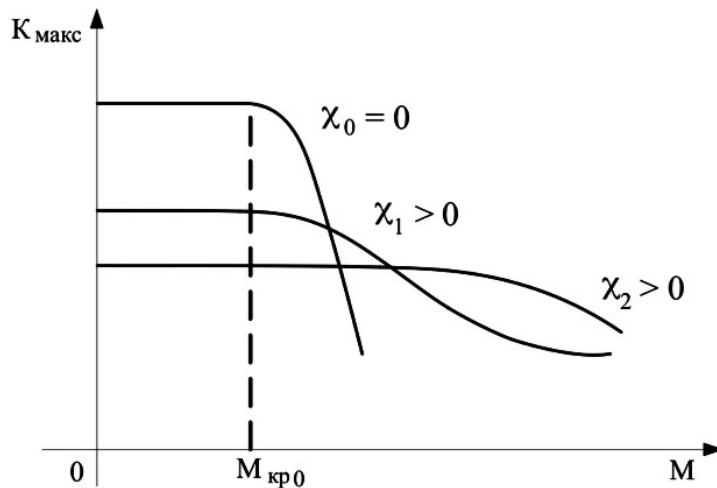


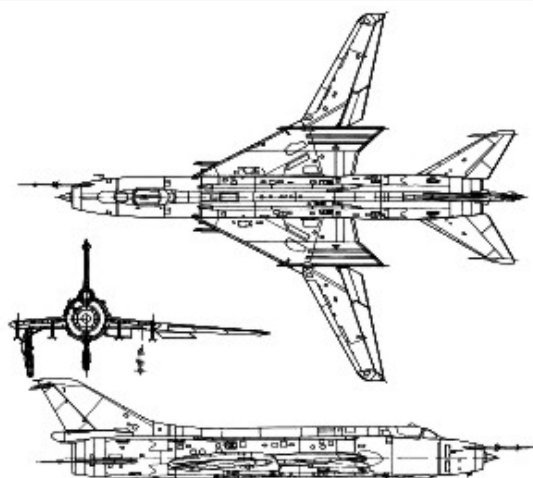
Рисунок 4 – Зависимость максимального аэродинамического качества от числа  $M_{\infty}$  и угла стреловидности

Из графика зависимости качества самолета от чисел  $M$  (рис. 4) ясно видно, что на сверхзвуковых скоростях аэродинамические характеристики стреловидного крыла выше, чем на прямом.

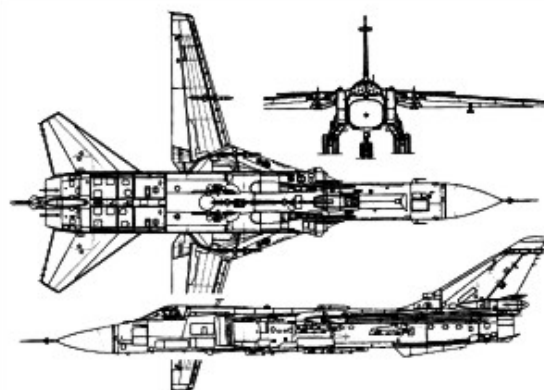
Однако увеличение стреловидности крыла привело к ухудшению несущих свойств крыла на малых скоростях, росту скорости отрыва при взлете и посадочной скорости самолета. И именно решая проблему улучшения аэродинамических характеристик самолета на всех режимах, привела великих авиаконструкторов к идее изменяемой геометрии крыла, которая сводилась к использованию преимущества прямого крыла на малых скоростях, а стреловидного крыла – на больших.

САМОЛЕТЫ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ КРЫЛА СССР И РФ

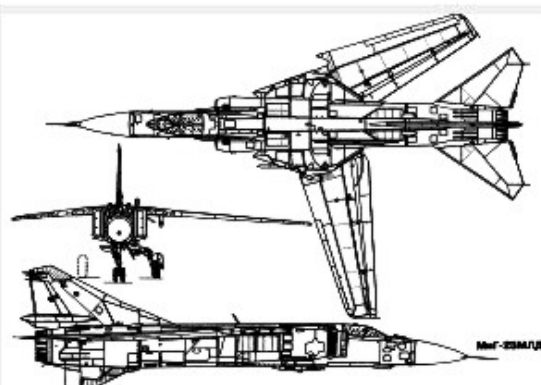
**СУ-17**



**СУ-24**



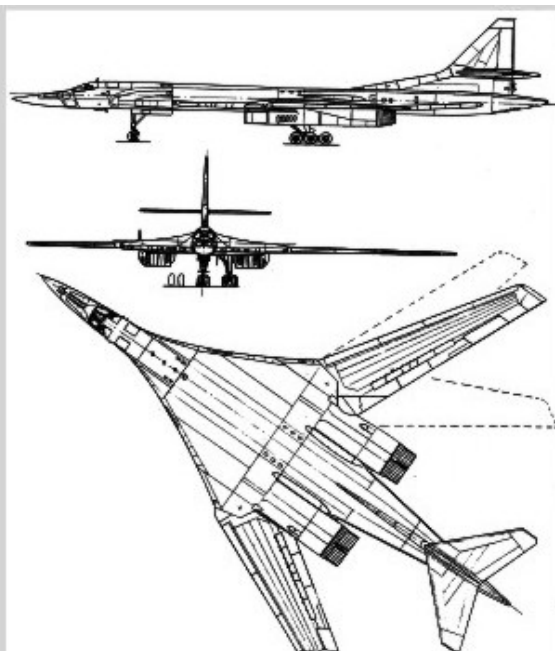
**МИГ-23**



**ТУ-22М**



**ТУ-160**



Идея создания летательного аппарата с крылом изменяемой стреловидности будоражила умы ведущих конструкторских объединений еще в период Второй Мировой войны, как и идея создания летательных аппаратов с реактивной силовой установкой. Многие авиаконструкторы США и СССР в конце Второй Мировой войны уже предполагали, что угол крыльев для достижения большей скорости в полете необходимо изменять. Однако, достичь создания серийной модели с крылом изменяемой стреловидности получилось американской фирме General Dynamics в виде F-111, в далеком по меркам авиации 1967 году. Но стоит учитывать, что вылет первого Су-17Б с крылом изменяемой стреловидности состоялся 02 августа 1966 года. В эпоху после Второй Мировой войны, в особенности после 05 марта 1946 года, открывшей эпоху «Холодной войны» «Фултонской речи» Уинстона Черчилля в стенах Вестминстерского колледжа (Фултон, штат Миссури, США) более ясно обозначился элемент состязательности, как в самолетостроении, так и в развитии новых систем вооружения в общем. 1965 год в отечественном самолетостроении знаменуется появлением идеи создания самолета с изменяемой геометрией крыла. Предпосылкой к этому являлось увеличение бомбовой нагрузки самолетов, что отрицательно влияло на аэродинамические характеристики самолета. Отечественным КБ ставилась задача не только уменьшить взлетно-посадочную скорость, увеличить дальность полета, но и изобрести универсальное решение для полетов на разных скоростях. Сделать часть крыла поворотной! Именно такую идею для решения поставленной проблемы в 1965 году предложил известный конструктор Павел Осипович Сухой. Принцип простой: на взлете крылья с наименьшим углом стреловидности образуют максимальную подъемную силу, а на сверхзвуковых скоростях со сложенными крыльями уменьшают лобовое сопротивление, что позволяет развивать большие скорости.

Сегодня на вооружении ВКС РФ находятся самолеты с изменяемой стреловидностью такие как, фронтовые бомбардировщики Су-24, дальние ракетноносцы Ту-22М и стратегические ракетноносцы Ту-160. Эти самолеты успешно применяются для нанесения ударов по базам международных террористов в Сирии.

Следует отметить, что у крыла с изменяемой стреловидностью есть серьезный минус, который заключается в самом механизме перестановки крыла. На него в процессе перекладки крыла в полете воздействуют серьезные нагрузки, что требует высоких показателей по прочности, а это ведет к увеличению веса самолета. Сейчас технология крыла с изменяемой геометрией на сегодняшний день остаётся актуальной, пожалуй, только в бомбардировочной и стратегической авиации, где достаточно большая взлетная масса. Более современные истребители выполнены уже по интегральной аэродинамической схеме, в которой крыло плавно сопрягается с фюзеляжем, образуя



единый несущий корпус. По сути, авиаконструкторам удалось сохранить преимущества технологии изменяемой геометрии крыла без переусложнения и переутяжеления планера. Вдобавок новый подход позволил добиться сверхманевренности боевых самолётов, которая и сегодня является одним из основных требований к истребителям.

Но, откровенно говоря, никто сейчас с полной уверенностью не скажет, что с учетом бурного развития материаловедения и технологий в других областях человечество вновь не вернется к идее изменяемой стреловидности крыла.

Подводя итоги, стоит отметить, что различие аэродинамических характеристик самолета на малых и больших скоростях и их зависимость от стреловидности крыла играет большую роль при выборе аэродинамической компоновки самолета в ходе его создания, а конкретно в определении оптимальной стреловидности крыла исходя из предназначения самолета.

**Список литературы:**

1. Карафоли Е. Аэродинамика крыла самолета. – М. : Издательство академии наук СССР, 1956. – 256 с.
2. Аржаников Н.С., Садекова Г.С. Аэродинамика больших скоростей. – М. : Книжное издательство Министерства Обороны СССР, 1965. – 553 с.
3. Скрипниченко С.Ю. Изменяемая стреловидность. – М. : Воениздат, 1969. – 120 с.
4. Аэродинамика и динамика полёта : учеб. пособие / О.Ю. Бучельников [и др.]. – Краснодар, 2018.

УДК 661.91

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВЫБРОСОВ МЕТАНА В АТМОСФЕРУ**



**ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES  
OF METHANE EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE**

**Арустамова И.С.**

кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Исаева Л.О.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Остапенко П.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье отмечено потепление климата парниковыми газами, что привело к деградации вечной мерзлоты, распаду гидратов метана и выбросу метана. Показано негативное действие метана на окружающую среду и возможные пути защиты.

**Ключевые слова:** парниковый газ, метан, гидрат метана, парниковый эффект, углекислота.

**Arustamova I.S.**

PhD in Chemical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Isaeva L.O.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Ostapenko P.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article noted the warming of the climate by greenhouse gases, which led to the degradation of permafrost, the decay of methane hydrates and the release of methane. The negative effect of methane on the environment and possible.

**Keywords:** parnicovyy gases, methane, gidraty methana, parnicovyy effect, uglekislota.

**В** нашем мироздании действуют естественные законы природы. В научном мире они могут называться по-разному, но их суть от этого не меняется. Так, закон сохранения массы и энергии в химии связан с именем Гесса. 3-й закон Ньютона – действие-противодействие, разве это не принцип Ле-Шателье в химии и в природе.

Законы природы надо уважать, может и подстраиваться под них, но не игнорировать, и ни в коем случае не переступать, не идти в разрез с ними. Они всегда ответят тем же. Антропогенное негативное действие человека на природу имеет и обратную связь.

«Мы не должны ждать милостей от природы, взять их у нее наша задача». Известные слова Мичурина, были им сказаны в другую эпоху. Имелось в виду творческий подход в процессе эволюционного развития, а не использование, не насилие над природой.

Рост промышленного производства привел к увеличению выбросов в атмосферу вредных химических веществ, в том числе и углекислого газа. Вырубка лесов, уменьшение растительного покрова с одной стороны и рост вредных выбросов с другой, привело со временем к нарушению природного равновесия, на что природа сказала свое «Я» – поглощая ненужную ей энергетику, увеличила температуру земельного покрова, что ведет к глобальному потеплению на всей планете.

Проблему глобального потепления обычно связывают с растущей концентрацией углекислого газа. Предполагается, что внедрение энергосберегающих технологий и другие меры предотвратят дальнейшее изменение климата. Однако есть и другие парниковые газы, например метан, влиянию которого на экологию и климат уделяется гораздо меньше внимания.

В течение 2019 года около 60 % мировых выбросов в атмосферу метана были вызваны деятельностью человека, в то время как естественные источники составили 40 %. За последние десятилетия глобальные выбросы метана в результате человеческой деятельности продолжали расти.

Деятельность человека в выбросах метана включает в себя утечки из систем добычи природного газа, разведение домашнего скота, водно-болотистые угодья. При объединении выбросов от домашнего скота и навоза сельскохозяйственный сектор становится крупнейшим источником выбросов метана. Система природного газа, угля и нефти – вторичный по величине источник выбросов метана. Третий по величине источник – свалка, образованная при очистке бытовых и промышленных сточных вод и при компостировании.

Хотя метан не задерживается в атмосфере так долго, как углекислый газ, он более разрушителен для планеты из-за того насколько эффективно он поглощает тепло.

Вызванное деятельностью человека изменение климата сказывается на системах жизнеобеспечения, начиная с вершин гор и кончая глубинами океанов, приводя к ускоренному повышению уровня моря, что оказывает воздействие на экосистему и безопасность человека.

Климатический кризис остается самой большой угрозой на планете. Мир находится на пути к превышению температурного предела, установленного в Парижском соглашении с целью избежать необратимого разрушения человеческой цивилизации и существующих на планете экосистем.

Примерно с середины 20 века многие морские виды претерпели изменения в географическом ареале и сезонной деятельности в связи с потеплением океана, изменением состояния морского льда и потерей кислорода.

Путеводителем климата в мире, по утверждению ученых, является Арктика. Восточно-Сибирский Арктический шельф является одним из крупнейших источников выбросов метана в атмосферу. Выбросы не только влияют на глобальное потепление и нарушение баланса цикла углерода планеты, но и приводят к аварийным ситуациям, которые затрудняют хозяйственную деятельность в Арктике – одном из самых многообещающих регионов в вопросах добычи топлива

По мнению некоторых ученых, причина потепления и уменьшения толщины ледникового слоя в Арктике связана с мощными выбросами в атмосферу самого парникового газа – метана при разрушении его гидратов, которые устойчивы только при низких температурах и высоких давлениях. Повышение температуры приводит к их разложению и причиной этого могли быть предшествующие сейсмические метеорологические изменения 20–30-летней давности.

Первые месторождения газогидратов были открыты на севере СССР еще в 1960 году. Это одни из самых больших и перспективных нетрадиционных источников углеводородного сырья и энергетики.

Газовые гидраты (клатраты) – кристаллические соединения относятся к нестехиометрическим, то есть к соединениям переменного состава. Кристаллический каркас гидратов построен из водородных связей молекулы воды, внутри которых размещаются молекулы  $\text{CH}_4$ . Такая структура позволяет иметь в одном объеме 160–180 объемов газа, когда растворимость газа обычного не более 2–4 объемов. Запасы гидратов метана на два порядка больше мировых запасов нефти.

Под дном океана могут быть скрыты сотни миллионов тонн метана и газовых гидратов, которые сдерживаются «покрышкой» зоны многолетней мерзлоты. Если потепление в Арктике продолжить, то может случиться резкое разрушение слоя мерзлоты и в атмосферу одновременно будет выброшена большая масса метана, что может спровоцировать глобальное потепление планеты.

Выбросы газа из некоторых метановых мест в Арктике на океанском дне выросли в 4 раза за 5 лет. В 2020 году зафиксированы мощные выбросы в арктических морях, что привело к увеличению газа в регионе на 10 % выше, чем в других точках планеты.

Минусовая температура приводит к самоконсервации газогидратов: они покрываются тонкой пленкой льда, препятствующего разложению, и могут сохраняться дол-

гое время от температуры  $-30$  до  $0$  °С. Связанный водой метан не представляет особого негатива, но повышение температуры приводит к разложению гидратов и выбросу метана в атмосферу, который по парниковому эффекту в 30 раз сильнее углекислого газа.

Зона стабильности гидратов  $\text{CH}_4$  покрывает 20 % суши и почти 90 % дна океанов и морей. Ресурсы гидратного газа России только субмаринных скоплениях оценивается в несколько триллионов кубометров [1]. Доля газогидратов составляет 20 % от общего воздействия всех долгоживущих и глобально смешанных парниковых газов.

Деградация вечной мерзлоты изучалась во время экспедиции в 2019 году под руководством член-корреспондента РАН И.П. Семилетовым, который отметил увеличение зон метановых выбросов над Арктикой относительно средних широт по сравнению с 2011–2014 годами и скорости деградации подводной мерзлоты в 14 см в год [2].

Зона стабильности гидратов определяется их устойчивостью в рыхлых осадках в районе вечной мерзлоты при низких температурах и высоких давлениях.

Установлено: по состоянию на 2020 год на территории России средне – годовая температура растет в 2,5 раз быстрее, чем в среднем на планете. Накоплению  $\text{CH}_4$  способствует не только таяние вечной мерзлоты, но и необходимая, развитая структура сельского хозяйства, заболоченные места.

Вопрос причины выброса метана в районе вечной мерзлоты остается на сегодня открытым, так как на этот счет существует и альтернативное мнение, что потепление глубинных океанских вод может вызвать разрушение стабильных гидратов метана только при очень большом температурном воздействии.

Такое мнение наводит мысль о еще большей экологической катастрофе. Если выбросы метана – неопровержимый факт, и если он требует огромного тепла, то какова же должна быть для выполнения этого условия концентрация парниковых газов. Запускается цепной процесс «парниковые газы-температура-парниковые газы». Дестабилизация гидратов метана запускает «неостановимый как уже начавшийся выстрел из ружья» [3].

Гипотеза «метаногидратного ружья» была выдвинута в 2003 году группой сотрудников Калифорнийского университета [4]. Она утверждает, что увеличение температуры океана или падение уровня может запустить внезапное высвобождение метана из отложений гидратов метана над морским дном, что приведет к дальнейшему повышению температуры и дестабилизации гидратов метана, запуская самоусиливающийся процесс, неостановимый, как уже начавшийся выстрел из ружья.

Правомерность этой гипотезы все еще остается под сомнением-неизвестно, какая доля метаногидратов находится глубоко на дне, какая подвергнута действию тепловой воды и каковы температурные условия для этого. Известный факт, что Арктика, особенно российская, теплеет почти в четыре раза быстрее Земли, приводит к тревожным вопросам.

В противовес ранее выдвинутой теории говорит факт аномального увеличения выбросов метана в зимнее время. Этот факт сторонники первой версии объясняют тем, что летнее время способствует размножению бактерий, которые поглощают метан уменьшая его концентрацию и выброс. Этот вывод был сделан немецкими исследователями на основании показаний глубоководных зондов, показывающих большое уменьшение концентраций метана по мере приближения к поверхности со дна, что привело к уменьшению потока метана в атмосферу.

Аномальный большой выброс метана в зимнее время связывают еще с усилением турбулентной диффузии, которая приводит к падению пикноклина, т.е. уменьшению плотности воды на глубине, и, следовательно, уменьшению барьера продвижения газов на поверхность. Турбулентность связана с нарушением теплового равновесия поверхностного слоя и глубинных слоев воды, с появлением конвекции (теплопередачей). С наступлением холодов поверхностный слой воды охлаждается, а глубинные воды еще несколько месяцев могут сохранять тепло. Они становятся легче и всплывают, а верхние, холодные, оказываются тяжелее и опускаются вниз, что и приводит к конвекции и этот процесс повторяется неоднократно.

Два альтернативных подхода по данному вопросу свидетельствует о необходимости уточнения роли арктического региона в выбросах метана в атмосферу. Изучение этого явления в течение 17 лет с помощью современных спутниковых приборов в арктическом регионе показало возрастание метана в начале зимы в большей степени, чем в летнее время, этому есть объяснение. Концентрацию метана в воздухе определяют два фактора:

- 1) глубина перемешиваемого слоя;
- 2) освобожденная поверхность арктических морей от ледяного покрова.

Глубина перемешивания водного столба – чем глубже, тем больше метана на границе с воздухом. Летом, хотя море свободно ото льда, глубина перемешивания недостаточна. Это связано с повышенной плотностью воды на глубине ниже перемешанного слоя, и тем самым меньшей возможностью перемешивания. А в начале зимы перемешивание захватывает слои воды с повышенным содержанием метана при достаточно большой водной поверхности.

Известный факт, что Арктика, особенно российская, теплее почти более чем в 2–4 раза быстрее Земли, подводит нас к вопросу – «как будет развиваться ситуация в будущем?».

«Неизбежно ускорение деградации многолетнемерзлых грунтов, за которой последует высвобождение накопленной столетиями метана. С повышением температуры «зимования» в этих грунтах и доселе «законсервированных» анаэробные бактерии оживут и возобновят производство метана» [5].

Кроме парникового действия метан обладает взрывоопасными свойствами при концентрации 5–15 % в смеси с воздухом. Смесь может воспламениться молнией и пожаром уничтожить большую поверхность земли. Взрыв и горение метана ведет к образованию большого количества смога и пыли. При этом отражение солнечных лучей увеличится, а прогрев земельной поверхности соответственно уменьшится, что приведет к глобальному похолоданию. В то же время метан и углекислота ведут к глобальному потеплению.

Таким образом, высвобождение метана из глубинных вод может привести либо к глобальному потеплению, либо похолоданию, и результат этого соревнования непредсказуем.

Тем самым, если промышленные выбросы CO<sub>2</sub> можно контролировать, создавая «зеленые» технологии, то естественное разложение гидратов метана, которое возрастает с увеличением температуры. Здесь можно лишь говорить о торможении процесса, своеобразном ингибиторе, а значит оптимизации технологии и уменьшении CO<sub>2</sub>. На сегодняшний день создана технология, которая помогает выявить следы метана. Космический аппарат, известный как Iris может отображать шлейфы метана в атмосфере с разрешением всего 25 метров. Это позволяет идентифицировать отдельные источники метана.

«Ирис» запущен Канадской компанией GHGSat (Global Smissions Monitoring) в Монреале, и используется для определения выбросов метана в конкретных регионах и секторах. Это один из первых спутников контролирующих наличие метана.

По мнению ученых, поддержка научных изысканий по снижению эмиссии CH<sub>4</sub> из таежной мерзлоты способна дать шанс если не предотвратить, то отсрочить катастрофу.

Таким образом выбросы метана в атмосферу антропогенного и естественного происхождения подводят планету к опасной для жизни черте [5]. Но уже первые результаты по контролю этих выбросов позволяют надеяться на возможность не только контроля, но и, в перспективе, регулирования его проблемы в парниковом эффекте.

### Список литературы:

1. Научные открытия России. Научные открытия. Свойство природных газов находится в твердом состоянии в земной коре / Ю.Ф. Макогон [и др.]. – 2001. – № 75.
2. Зимина Т. Арктика. Гипотеза «метановой катастрофы» / Т. Зимина // Наука и жизнь. – 2020. – № 5. – С. 33–35.
3. James P. Cannariato (2003) Methane Hydrates in Quaternary Climate Change: The Clathrate Gun Hypothesis / P. James, Kennett, G. Kevin. – Washington, Dc.: American.Geophysical Union.

4. Юрганов Л. Поток метана от арктических морей: взгляд из космоса / Л. Юрганов // Наука и жизнь. – 2020. – № 5. – С. 29–33.
5. Киселев А.А. С метаном по жизни / А.А. Киселев, И.Л. Кароль. – СПб. : Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова, 2019. – 73 с.

УДК 623.746.4-519

**РАЗВИТИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
В ВООРУЖЁННЫХ СИЛАХ НАТО, РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.  
БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БЛА В ВООРУЖЁННЫХ КОНФЛИКТАХ,  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ И ЛОКАЛЬНЫХ ВОЙНАХ**



**IMPROVING THE QUALITY OF PRACTICAL MASTERING BY CADETS  
OF THE DUTIES OF A MOTORIZED RIFLE PLATOON COMMANDER  
IN VARIOUS TYPES OF COMBAT USING COMPUTER MODELING IN THE FORM  
OF MULTIMEDIA PROGRAMS AND VIDEO DEMONSTRATIONS**

**Мажирин Ю.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mil.ru

**Окунев В.И.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы развития БЛА в Вооружённых силах НАТО, Российской Федерации. Боевое применение БЛА в вооружённых конфликтах, специальной военной операции и локальных войнах. Возможности использования боевого опыта применения БЛА для обучения курсантов тактике ВВС.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, взаимодействие с БЛА авиации.

**Mazhirin Y.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Okunev V.I.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article discusses the issues of improving the effectiveness of teaching the discipline «Tactics» in a military university. It is proposed to use multimedia programs and video demonstrations as computer analogues, which should be based on modern mathematical models of tactical actions. According to the author, they should teach cadets the skills of managing units in the preparation and conducting of tactical actions.

**Keywords:** motorized rifle platoon commander, unit management in a combat situation, multimedia programs, tactics teaching.

**В** современном общевойсковом бою, одной из основных задач ведения вооружённой борьбы является своевременное получение разведывательной информации в режиме онлайн о положении, состоянии сил и средств ведения боевых действий противника [1]. Важно так же нанесение поражения живой силе и его вооружению беспилотными летательными аппаратами (БЛА) во взаимодействии с авиацией, максимально исключая пребывания личного состава в зоне досягаемости средств ПВО. История создания и практического применения БЛА насчитывает уже более полувека, но фактически до начала XXI века беспилотная авиация решала преимущественно вспомогательные, разведывательные задачи, да и то в ограниченном масштабе. На протяжении десятилетий БЛА применялись в своем подавляющем большинстве для поиска новых или разведки (доразведки) ранее выявленных целей противника и выдачи данных по ним, однако стремительное развитие технологий позволило разработчикам в конечном итоге перейти к созданию вначале разведывательно-ударных авиационных комплексов с БЛА, способными нести различное ракетно-бомбовое и стрелково-пушечное вооружение, а затем и к созданию полноценных боевых БЛА (ББЛА), основная задача которых – нанесение ударов по различным объектам (целям) противника [2]. Классификация БЛА приведена на рисунке 1.

Привлечение БЛА – носителей тех или иных видов авиационных средств поражения (АСП) возможно для решения следующих задач:

– *разведывательно-ударная* – осуществление разведывательно-поисковых действий в целях обнаружения заданной цели, или оперативного выявления целей,

представляющих опасность, и, при необходимости, выполнение их обстрела (атаки) в автоматическом режиме, или по командам оператора БЛА;

– *ударная* – нанесение ударов с применением стрелково-пушечного и/или ракетно-бомбового вооружения по заранее выявленным стационарным, или мобильным целям с известными координатами, либо находящимися в ограниченном районе театра военных действий (ТВД) и не имеющими сильной системы ПВО/ПРО;

– *подавление системы ПВО/ПРО* – нанесение ударов с применением высокоточного (ВТО) ракетно-бомбового вооружения по объектам системы ПВО/ПРО противника, особенно в тех случаях, когда решение той же задачи с применением пилотируемых летательных аппаратов (ЛА) затруднено по различным причинам, либо сопряжено с высоким риском человеческих потерь. В качестве ударных могут использоваться БЛА и квадрокоптеры, рисунке 2.



Рисунок 1 – Классификация БЛА



Рисунок 2 – Возможности используемых БЛА и квадрокоптеров

БЛА США применяют разведывательно-ударный БЛА «Телем», «Рипер», «Шедоу» – это все же разведывательно-ударные БЛА, но в обозримом будущем на во-



оружие ВС США, а также ряда других стран мира должны поступить уже полноценные боевые БЛА, изначально адаптированные именно под решение ударных задач, такие как американские «Эвенджер», Х-47В, «Фантом Рэй» и «Си Гост», французский «Ньюрон», итальянский «Хаммерхед», «Эвенджер», «Предейтор С».

**Х-47В** построен по схеме «летающее крыло» и не имеет хвостового оперения. Аппарат имеет пятиугольный, вытянутый вперед фюзеляж и стреловидные консоли крыла размахом 18,93 м. Максимальная длина «беспилотника» – 11,64 м, ширина со сложенным крылом (размах крыла в сложенном виде) – 9,42 м, высота в нормальном положении – 3,17 м, высота со сложенным крылом – 5,27 м, минимально допустимая высота ангара для выполнения операции складывания/раскладывания крыла – 7,25 м, силовая установка – один ТРДД Pratt & Whitney F100-PW-220U, крейсерская скорость –  $M = 0,9$ , максимальная дальность полета на одной заправке – около 3889 км, максимальная продолжительность полета на одной заправке – 6 ч., практический потолок – 12190 м, масса пустого БЛА – 6350 кг, а максимальная взлетная масса – 20215 кг. Шасси – трехопорное убирающееся, база шасси – 4,24 м, колея шасси – 5,03 м. В двух отсеках вооружения возможно размещение различной боевой нагрузки общей массой до 2000 кг.

**БЛА «Фантом Рэй»** создан компанией «Боинг» имеет следующие ЛТХ: длина наибольшая – 10,9 м, размах крыла – 15,2 м, максимальная взлетная масса – 16556 кг, масса полезной нагрузки – 2000 кг, силовая установка – один ТРДД F404-GE-102D компании «Дженерал Электрик», крейсерская скорость – около 988 км/ч, дальность полета – 2200–2400 км, практический потолок – 12200 м. Боевая и полезная нагрузка может размещаться в двух внутренних отсеках вооружения, в которых можно разместить до двух УАБ типа JДAM калибром 900 кг или набор разведывательного или иного специального оборудования, включая РЛС с синтезированной апертурой луча или комбинированную оптико-электронную/тепловизионную систему.

**БЛА «Си Гост»** разработан компанией «Локхид Мартин» на базе наработок, полученных в рамках программ разведывательного малозаметного БЛА типа RQ-170 «Сентинел».

Областями боевого применения БЛА в интересах различных видов вооруженных сил являются:

- уничтожение важных целей и объектов противника (вариант – уничтожение лидеров террористов и полевых командиров, отдельных групп боевиков и складов оружия и пр.);
- противолодочные операции;
- подавление вражеской системы ПВО/ПРО.

Рассматривается возможность создания многоцелевого боевого авиационного комплекса (БАК) составного типа – с пилотируемой базовой платформой и интегрированными на борту БЛА разведывательного или ударного предназначения.

**БЛА «Хароп»** израильской компании «Израэл Эркرافт Системс» в классе разведывательно-ударных БЛА является комбинацией разведывательного БЛА и барражирующего боеприпаса и предназначен для борьбы с малозаметными стационарными, мобильными наземными и надводными целями, включая ПУ ЗРК и ПУ тактических ракет противника. Данный аппарат был впервые продемонстрирован в начале 2009 г. на выставке «Аэро Индия» (Бангалор) и в целом представляет собой увеличенную и существенно доработанную модификацию более раннего противорадиолокационного ударного БЛА «Гарпия», принятого на вооружение Израиля, Индии, Китая, Турции и Южной Кореи. БЛА «Хароп» имеет длину 2,5 м и размах крыла 3,0 м, запускается из транспортно-пускового контейнера наземного или корабельного базирования и способен находиться в воздухе в режиме патрулирования-ожидания до 6 ч., совершая полет на дальность до 1000 км. Размещенная в носовой части БЛА комбинированная оптико-электронная система с ИК-камерой обеспечивает в секторе 360° обнаружение и сопровождение различных объектов, а также выполняет передачу в реальном масштабе времени видеоданных на КП. Наличие собственной автономной системы обнаружения и целеуказания, по утверждению разработчиков, делает их комплекс полностью независимым от других средств разведки и обеспечивает войска возможностью применять

его даже в условиях малознакомой местности и неразведанного ТВД. После того как нужная цель обнаружена и опознана, бортовая система управления вырабатывает данные целеуказания, и БЛА «Хароп» выходит в атаку на цель, используя свою БЧ массой 23 кг. Имеется два режима атаки: по командам оператора или же самонаведение на источник радиоизлучения. Отмечается, что управление БЛА «Хароп», в отличие от его предшественника, осуществляется оператором с КП практически на всех этапах – он может прекратить атаку, после чего БЛА вернется в режим патрулирования/ожидания.

Способ наведения БЛА, предусматривающий определение в вычислителе беспилотного летательного аппарата текущей оценки цифровой карты поля высот местности района цели, полученной с помощью оптико-электронной системы (ОЭС), с подготовленной заранее и введенной в вычислитель беспилотного летательного аппарата эталонной цифровой картой поля высот местности района цели, на которой задано положение, по меньшей мере, одной эталонной точки прицеливания, после чего определяют величину пространственного и углового смещения текущей оценки цифровой карты поля высот местности относительно эталонной цифровой карты поля высот местности района цели, а также точки прицеливания относительно эталонной точки прицеливания и создают управляющие воздействия для коррекции траектории БЛА и положения точки прицеливания, отличающийся тем, что выбор точки прицеливания в автоматическом режиме осуществляют в бортовом блоке обработки данных с помощью априорной базы данных, состоящей из ситуационной базы данных, содержащей информацию о возможных ситуациях, возникающих в процессе полета, информационной базы данных, содержащей эталонную информацию о сцене проведения боевых действий и объектах, и алгоритмической базы данных, содержащей алгоритмы обработки данных, полученных от бортовой ОЭС и необходимых управляющих воздействиях по выбору точки прицеливания, при этом информацию, поступающую с ОЭС БЛА, передают в бортовой блок обработки данных, где преобразуют с помощью алгоритмов обработки данных и путем сравнения с информацией, содержащейся в ситуационной и информационной базах данных, вырабатывают управляющее воздействие по выбору точки прицеливания на основе алгоритмической базы данных, которое передают в вычислитель БЛА [5].

В ходе проведения специальной военной операции (СВО), проводимой ВС РФ, широкое применение получили БЛА Вооружённых сил Украины (ВСУ), поставляемые иностранными государствами с целью проведения разведки и корректировки ударов артиллерии по военным формированиям ДНР и ЛНР, подразделениям ВС РФ. Применяются как небольшие разведывательные беспилотники, так и тяжелые ударные БЛА, например, турецкий Bayraktar TB2. В конце прошлого года в стране было 12 этих турецких БПЛА, уже после российского начала спецоперации была получена новая партия, объем которой не разглашался.

БЛА Bayraktar TB2 имеет 2 главные функции – ударную и разведывательную. ВСУ неоднократно обнародовали эффективные видео ударов с этих БПЛА по колоннам российской техники, особенно в первые дни и недели войны. Беспилотник доказал свою эффективность в уничтожении любых видов техники, в том числе ЗРК, реактивных систем залпового огня (РСЗО) и т.д. Но по экспертным оценкам, пока что Bayraktar TB2 чаще используется для воздушной разведки и корректировки артиллерийского огня благодаря наличию мощной камеры. Максимальная скорость БЛА – 222 км/час, потолок – более 8 километров, время полета в автономном режиме более суток. Вооружение БПЛА – 4 управляемые авиабомбы (УАБ) с лазерным наведением.




**БЛА Switchblade** – американский «барражирующий боеприпас», или одноразовый «дрон-камикадзе». Его задача – уничтожение живой силы, или техники противника, в том числе бронированной. Украина уже получила около 700 таких беспилотников в двух модификациях: Switchblade 300 и Switchblade 600. Первый более легкий и компактный, в сложенном виде весит менее 3 килограмм. После запуска может находиться в воздухе до 10 минут и атаковать цели на расстоянии до 10 километров, развивая в момент атаки скорость в 160 км/час. Возможен как удар по заранее определенным координатам, так и корректировка через GPS и встроенную камеру. Беспилотник

Switchblade 600 весит уже 23 кг (общий вес комплекса – 55 кг), но значительно превосходит легкую модификацию по всем параметрам: по ударной силе, времени нахождения в воздухе и дальности атаки (40 минут и 40 км), скорости атаки – 185 км/час. Обе модели используют электродвигатели, что делает их почти бесшумными и трудно обнаруживаемыми. Как сообщили на днях в компании-производителе AeroVironment, сейчас ведутся переговоры о дальнейших прямых поставках Switchblade Украине.

**БЛА Quantix Recon** – производитель Switchblade – компания AeroVironment. Передадут Украине более 100 дронов Quantix Recon. Задача этих БПЛА – разведка. Они могут находиться в воздухе до 45 минут, летать на расстояние до 40 километров (но радиосвязь с Quantix Recon поддерживается только на расстоянии 2 км). Беспилотники могут подниматься на высоту более 2 километров и подробно исследовать участок в 3,2 квадратных километра. На борту находятся 2 мощные камеры, в том числе гиперспектральная, которая позволяет обнаруживать хорошо замаскированные объекты. С высоты в 46 метров камеры беспилотника позволяют различать объекты размером в 1-2 сантиметра. В таблице 1 приведены характеристики мини-БЛА зарубежного производства [6].

Таблица 1

Тактико-технические характеристики БПЛА мини-класса зарубежного производства

БПЛА			
Летные характеристики	PD-100 Black Hornet PRS	SQ-4 RECON	Mosquito
Продолжительность полета, мин.	25	30	40
Взлетный вес, г	33	198	500
Дальность действия, м	2000	3000	3000
Максимальная скорость полета, км/ч	21	15	61
Максимальная высота полета, м	н/д	150	152

**БЛА Puma** – малый разведывательный беспилотник компании AeroVironment. Дальность полета при условии установления дополнительной системы связи – до 60 км, в воздухе может находиться 2,5 часа. Беспилотник может работать в условиях сильного дождя и экстремальных температур, но его главное достоинство – мощная оптика. Можно установить сразу четыре камеры, в том числе дающие тепловизионную картинку, помогающие устанавливать цели для сверхточного оружия.

**БЛА MQ-9 Reaper** – многоцелевой разведывательно-ударный беспилотник США, рисунок 3.

В середине апреля появилась информация, что Украина ведет переговоры с американской компанией General Atomics о покупке тяжелых беспилотников MQ-9 Reaper. По словам представителей компании, при одобрении со стороны властей США эти БПЛА могут оказаться в Украине на протяжении считанных дней. Задачи БЛА MQ-9 Reaper совпадают с задачами Bayraktar TB2 – разведка и нанесение ударов по наземным целям – но американский БПЛА намного мощнее турецкого (к тому же, может поражать даже воздушные цели, например, другие беспилотники). Он может подниматься на высоту до 15 километров, дальность полета – до 1850 км. Вооружение MQ-9 Reaper высокоточные бомбы и ракеты, в частности известные противотанковые Hellfire. Беспилотник активно используется американскими ВВС против террористов ИГИЛ, в частности, в начале 2020 года БЛА MQ-9 Reaper ликвидировал высокопоставленного иранского генерала Касема Сулеймани.



Рисунок 3 – БЛА MQ-9 Reaper

В вопросе беспилотников Украина не полагается на импорт целиком и полностью. Активно применяются и БПЛА отечественного производства, в частности, дроны-разведчики «Фурия» и «Лелека-100». Ударно-разведывательный комплекс Punisher в середине апреля прошел полевые испытания, скоро первые образцы поступят на вооружение Сил специальных операций ВСУ. Но пока и Punisher, и другие украинские ударные беспилотники, еще находящиеся в разработке, все же уступают передовым американским и западным аналогам. На рисунке 4 приведены области боевого применения БЛА по взглядам специалистов США.



Рисунок 4 – Области боевого использования БЛА

**БЛА РФ.** В проводимой ВС РФ специальной военной операции (СВО) подразделения ВС РФ также активно используют БЛА всех имеющихся классов и типов. Такая техника сполна демонстрирует весь свой потенциал и показывает существенное значение для армии. На рисунке 5 БЛА «Орион».

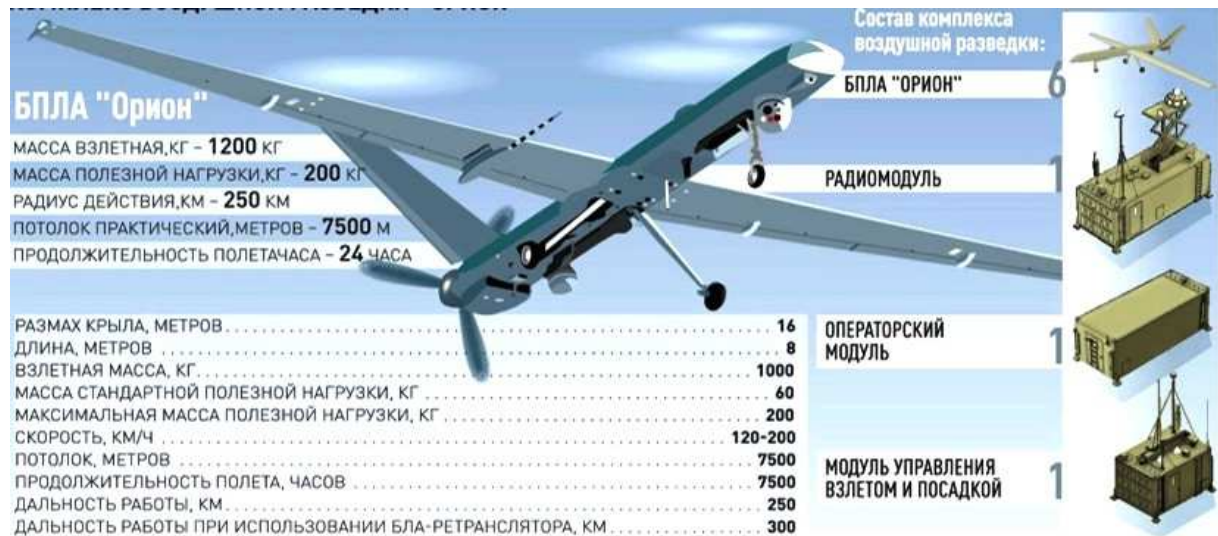


Рисунок 5 – Разведывательный БЛА «Орион» ВС РФ

В последние годы в наших сухопутных войсках и в других структурах появилось большое количество БЛА легкого класса, предназначенных для ведения разведки. В первую очередь, это беспилотные комплексы «Орлан-10» и «Элерон». Также имеется техника иных типов, хотя и менее многочисленная. С момента своего появления они активно применялись на учениях разного масштаба. Их использовали в сирийской операции, а теперь такие БЛА решают задачи в небе Донбасса. Важнейшей особенностью таких БЛА является возможность длительного пребывания в воздухе. Кроме того, они несут многоканальные оптико-электронные станции и передают картинку оператору в режиме реального времени. Пункт управления БЛА показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Полевой вынесенный ПУ БЛА ВС РФ

При помощи БЛА «Орлан» и «Элерон» обеспечивается практически постоянное и непрерывное наблюдение за важными участками на линии боевого соприкосновения (ЛБС), расположения позиций артиллерии и РСЗО[4], тылов и коммуникаций противника. В условиях отсутствия серьезной ПВО беспилотники могут выполнять все поставленные задачи и постоянно снабжать войска актуальной информацией. В частности, большое значение имеет работа беспилотников в интересах артиллерии, РСЗО. При помощи БЛА «Орлан» осуществляется обнаружение целей и определение их координат, корректировка огня и контроль результатов стрельбы. С недавнего времени легкие БЛА «Орлан» осваивают ударную функцию. Для них разработаны специальные контейнеры-держатели, несущие малогабаритные авиабомбы. Ввиду ограниченной грузоподъемности беспилотника такое оружие не отличается высоким могуществом. В то же время, оно позволяет самостоятельно атаковать цель сразу после ее обнаружения. В ряде ситуаций это дает существенный выигрыш тактического характера.



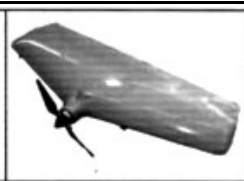
К моменту начала СВО до серийного производства было доведено несколько типов отечественных БЛА с ударными возможностями. Это разведывательно-ударные «Форпост-Р» и «Иноходец» тяжелого класса, а также легкие барражирующие боеприпасы «Куб-БЛА», «Ланцет». Кроме того, боевые задачи решает новая ударная версия «Орлан-10». Все эти изделия нашли применение в рамках СВО и продемонстрировали свои возможности. Существующие разведывательно-ударные БЛА отличаются высокими летно-техническими характеристиками и могут в течение длительного времени находиться в заданном районе и вести наблюдение. Они несут бомбы малого калибра и управляемые ракеты, при помощи которых способны самостоятельно поражать найденную цель. Легкие барражирующие боеприпасы обходятся без подвесного вооружения – найденную цель они таранят и подрывают. Области применения и ТТХ БЛА «Форпост» приведены на рисунке 7.



Рисунок 7 – Область применения БЛА «Форпост»

Ударные БЛА подтверждают расчетные характеристики, они занимают свою собственную тактическую нишу. Это позволяет реализовывать имеющийся потенциал и не сталкиваться с объективными ограничениями. ТТХ БЛА самолетного типа приведены в таблице 2.

Таблица 2

БпЛа			
Летные характеристики	Орлан-10	Элерон-СВ	Груша
Взлетная масса, кг	18,0	4,3	2,4
Высота полета, м	6000	5000	3000
Скорость полета, км/ч	70–150	70–130	80-120
Дальность действия, км	120	10	10 (15,25)
Продол. полета, мин.	600	90	75

При всех своих преимуществах, построенная система разведки и целеуказания при помощи БЛА имеет ограничения и недостатки. Прежде всего, это ограниченное количество подразделений БЛА, которые не могут обслуживать все действующие части и подразделения. Кроме того, имеет место задержка прохождения информации от БЛА разведки до подразделений на поле боя. В ряде ситуаций это затрудняет боевую работу. Выходом из такой ситуации является насыщение частей и подразделений собственными беспилотными средствами разведки. На уровне взводов и рот находят применение сверхлегкие беспилотники - квадрокоптеры коммерческих моделей, такие как DJI Mavic и аналоги. Несмотря на невысокие летные характеристики, уязвимость от средств РЭБ и ПВО, иные недостатки, такая техника вполне справляется с задачами разведки поля боя. Характеристики квадрокоптеров указаны в таблице 3.

Таблица 3

ЛТХ БПЛА-коптеров	«Пустельга»	«Грифон-07»	«Грифон-41»
Продолжительность полета, мин.	60	30	60
Взлетный вес, т	300	1500	9500
Дальность действия, м	5000	5000	10000
Скорость полета, км/ч	54	55	н/д
Макс. высота полета, м	150	500	1000
Масса полезной нагрузки, кг	0,02	0,3	1500

Следует отметить, что ВС РФ пока не осуществляют массовые и централизованные закупки сверхлегких БПЛА. Техника этого класса поступает в части неофициально – от активных граждан и организаций, осуществляющих сборы пожертвований. Ранее такой подход использовали корпуса народной милиции Донбасса и ЛНР, и он полностью себя оправдал. Общественная инициатива и нужды частей не остались незамеченными, подключились регионы России. Уже обсуждается вопрос создания своих собственных сверхлегких БПЛА, соответствующих требованиям армии. «Ростех» готов разработать и внедрить в производство подобные изделия, направив своих специалистов на передовую для изучения вопроса. А пока бойцам на передовой приходится вести разведку при помощи БПЛА коммерческого класса.

Современные БЛА всех классов начали массово поступать в российскую армию порядка 10–12 лет назад. В ходе разнообразных учений нарабатывался опыт ее применения, выявлялись преимущества и недостатки, а также составлялись планы по будущему развитию. Параллельно осуществлялось развитие контуров управления войсками, в которых должны были работать БПЛА. В 2015 г. современные отечественные БПЛА впервые приняли участие в реальной военной операции. В Сирии они искали объекты террористов, выдавали целеуказание огневым средствам, в т.ч. разведывательно-ударным комплексам и т.д. Такое применение позволяло выявлять недостатки и

совершенствовать как конструкции, так и методы работы. Кроме того, сирийская операция стала полигоном для испытаний нескольких новинок новых классов - барражирующего боеприпаса. Результатом всех этих процессов стало создание полноценной системы беспилотной авиации, включающей комплексы разных классов со всеми необходимыми возможностями. Сейчас эта система вновь проходит проверку в рамках СВО. БЛА разного назначения выполняют все поставленные задачи, недостаток их оперативно был покрыт использованием БЛА иранского производства «Шахид»/«Герань». На рисунке 8 контур управления расчета БЛА и батареи огневых средств.



Рисунок 8 – Схема информационного взаимодействия БЛА и артиллерийской батареи

При этом уточняются различные аспекты технического и практического характера. Кроме того, проявляются и подтверждаются новые потребности армии, с учетом которых составляются планы на будущее. В целом текущая ситуация показывает, что последние годы не были потрачены впустую. Российская армия построила полноценный и полномасштабный флот БЛА со всеми необходимыми возможностями. Однако его облик все еще не в полной мере соответствует всем потребностям и нуждам ВС РФ. В связи с этим развитие беспилотного направления должно продолжаться. Можно предполагать, что в обозримом будущем будет сделан акцент на повышение количественных и качественных показателей в области тяжелых ударных БЛА – будут массово строиться БЛА «Иноходец» и разрабатываться новые проекты. Также промышленность создаст свои аналоги мини – БЛА типа Mavic и насытит ими армию. При этом от массового, простого и эффективного «Орлана-10» отказываться не будут, и он сохранит свое место.

#### Способы борьбы с БЛА:

- обнаружение, перехват и поражение штатными средствами ПВО – ракетами, зенитными пушками и пулемётами;
- обнаружение и радиоэлектронное подавление навигационных сигналов для полёта УБЛА;
- обнаружение, перехват и поражение с помощью БЛА – камикадзе;
- обнаружение, перехват и накрытие сетью – улавливателем с земной поверхности или с борта ЛА;
- обнаружение, перехват и подбор сетью с БЛА или ПЛА (вертолёт);
- вывод БЛА из положения устойчивого полёта в закритические условия путём накрытия спутным следом от пролетающего ЛА (ПЛА или БЛА);



- обнаружение и поражение БЛА лазерным оружием;
- обнаружение, перехват ВЦ и распыление горючего вещества в виде аэрозоли в области её нахождения.

Роль топлива могут выполнять: окись этилена и окись пропилена, бутилнитрит и пропилнитрит, техническая смесь метилацетилена, пропадиена и пропана. Возможно использование смесей горючих (включая лёгкие бензины) и мелкодисперсного порошка алюминий – магниевый сплав в пропорции 10:1.

Тенденции развития и применения в военной сфере беспилотной авиационной техники обуславливают активизацию и актуальность разработок по созданию многофункциональных комплексов (МФК) с использованием воздушных роботов. Такой комплекс создаётся как боевая система, решающая широкий круг задач.

Новым принципом решения разведывательно-ударных задач является **групповое применение беспилотных БЛА** [7]. Так как большинство объектов разведки и поражения противника являются малоразмерными и их большое количество находится на обширной территории, необходимо применение целевой группы БЛА. Предполагается, что групповое применение БЛА обеспечит повышение эффективности выполнения боевых задач за счёт сокращения времени исполнения операций, увеличения площади исследуемой территории (водной поверхности), возможности замены сбитого, или выведенного из строя БЛА из состава разведывательно-ударной-транспортной группы.

Система управления группой БЛА [8] должна обладать искусственным интеллектом, средствами проведения сложных вычислений с задействованием наземной составляющей (пункт управления) и бортовых средств миниатюрных беспилотных аппаратов. Алгоритм управления группой БЛА должен позволять определять условия и способы определения рационального состава боевой группы, решать задачи ситуационного моделирования, целераспределения и оценки эффективности выполнения полётно-го задания.

Наилучшим решением в данной ситуации будет создание комплекса по дистанционному управлению беспилотными объектами. Для робототехнической системы важной задачей является задача идентификации ситуации в текущий момент времени. Решение этой задачи входит в реализацию интеллектуальных алгоритмов управления.

#### **Выводы:**

В процессе обучения целесообразно внимательно изучать с курсантами опыт боевого применения БЛА в рамках проводимой СВО по освобождению Донбасса, в т.ч. опыт армяно-азербайджанского конфликта, Сирии. Изменяется картина воздушной обстановки, меняются средства вооруженной борьбы, тактика применения пилотируемой и беспилотной авиации, условий взаимодействия авиации и ПВО.

Для качественного освоения обязанностей командира мотострелкового взвода на практических занятиях по дисциплине «Тактика» целесообразно внедрять в процесс обучения курсантов мультимедийную игровую компьютеризацию, демонстрацию видеофильмов учебно-боевых действий взвода на учениях и в ходе боевых действий в локальных войнах с применением БЛА. Обучение курсантов умениям и навыкам взаимодействия с подразделениями БЛА, ПВО значительно расширяет их кругозор как будущих летчиков оперативно-тактической авиации за счёт улучшения своевременного получения разведывательной информации от БЛА и совместных с ними боевых действий.

#### **Список литературы:**

1. Великанов А.В. Управляем беспилотником / А.В. Великанов, А.И. Тищенко // Вестник военного обозрения. – 2020. – № 3. – С. 30–35.
2. Настас Р.В. Не опоздать, чтобы успеть / Р.В. Настас, А.С. Титов // Армейский сборник. – 2021. – № 7. – С. 58–63.
3. Быканов В.В. Повышаем боевую эффективность / В.В. Быканов, В.А. Рылов, Д.Н. Борунов // Армейский сборник. – 2020. – № 2. – С. 48–56.
4. К вопросу об оснащении миномётных (артиллерийских) батарей комплексами с мини – беспилотными летательными аппаратами. НПО Специальных материалов. – 2018. – С. 105–107.

5. Способ наведения беспилотного летательного аппарата (19) RU(11)2 691 902(13) С1(51)МПКF42В 15/01(2006.01).
6. Гаврилов А.Д. Малоразмерные беспилотники новая проблема для ПВО / А.Д. Гаврилов, Г.В. Ерёмин, И.И. Назарчук // Интернет-журнал «Армейский вестник». – 2015. – URL : <http://army-news.ru/2015/02/malorazmernye-besplotniki-novaya-problema-dlya-pvo> (дата обр. 04.01.2022).46.
7. Ерофеева В.А. Управление роем динамических объектов на базе мультиагентного подхода / В.А. Ерофеева, Ю.В. Иванский, В.И. Кияев // Компьютерные инструменты в образовании. – 2015. – № 6. – С. 34–42.
8. Бабич Л.А. Групповое применение разведывательных и ударных беспилотных летательных аппаратов / Л.А. Бабич // Молодой ученый. – 2019. – № 45(283). – С. 3–6. – URL : <https://moluch.ru/archive/283/63683> (дата обращения 15.06.2022).

УДК 004.92

**ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА КАФЕДРЫ**



**INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF THE DEPARTMENT**

**Нефедовский В.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Савицкий Ю.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Степанова М.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Коссой В.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается информационно-образовательная среда (ИОС) кафедры как отдельная составная часть ИОС всего высшего учебного заведения, общие вопросы функционирования (ИОС) кафедры. Рассмотрены составные части ИОС, их назначение и состав, требования к виртуальному представительству (порталу) кафедры.

**Ключевые слова:** информационно образовательная среда (ИОС), высшее учебное заведение, кафедра, учебный процесс, информационная поддержка, цифровые образовательные ресурсы, виртуальное представительство кафедры.

**Nefedovskii V.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Savitskii Yu.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Stepanjva M.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Kossoy V.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article deals with the information and educational environment (IEE) of the department as a separate component of the IEE of the entire higher educational institution, general issues of functioning (IEE) of the department. The components of the IEE, their purpose and composition, requirements for the virtual representation (portal) of the department are considered.

**Keywords:** information educational environment (IEE), higher educational institution, department, learning process, information support, digital educational resources, virtual representation of the department.

**П**роцессы, которые происходят в современном образовании, в том числе и военном, требуют от учебного заведения опережающего развития, основанного на новейших тенденциях теоретической и практической дидактики. Не является секретом и то, что информационная среда современного вуза стала существенно зависимой от информационных технологий. Это привело как к значительному изменению форм и методов обучения по отдельным дисциплинам, так и к изменению образовательных систем в рамках специальностей и направлений. В целом можно сказать, что вместе с «цифровизацией» информации в образовательном процессе появилась необходимость ввести понятие пространства, в котором эта информация существует. Это пространство в настоящее время получило название «Информационно-образовательная среда» (ИОС).

Нельзя утверждать, что понятие ИОС вуза появилась только в эпоху цифровых технологий. На самом деле она существует столько, сколько существует сама система образования. Просто до цифровой эпохи скорости передачи информации были настолько меньше сегодняшних, что существенного влияния на образовательные процессы они не оказывали. И только в цифровую эпоху, с появлением возможности быстрой передачи информации различных типов, можно говорить о том, что сформирован-

ное понятие информационно-образовательной среды позволяет осуществить переход образования в другое качественное состояние, соответствующее современному уровню развития общества.

Самая простая трактовка определяет информационно-образовательную среду как совокупность программно-телекоммуникационных элементов, обеспечивающих едиными технологическими средствами информационную поддержку и организацию учебного процесса. Такая трактовка сводит понятие информационно-образовательной среды к понятию информационной среды, дополненной техническими средствами передачи информации, и обходит вниманием способы, средства и самое главное – систему работы с этой информацией.

С точки зрения системного подхода информационно-образовательную среду можно описать, как системно организованную совокупность информационного, технического, педагогического и учебно-методического обеспечения, неразрывно связанную с человеком как субъектом образовательного пространства.

Федеральные государственные образовательные стандарты определяют информационно-образовательную среду как комплекс информационных образовательных ресурсов, в том числе:

- цифровые образовательные ресурсы;
- совокупность технологических средств информационных и коммуникационных технологий: компьютеры, иное информационно-телекоммуникационное оборудование, коммуникационные каналы;
- систему современных педагогических технологий, обеспечивающих обучение в современной ИОС.

Методические рекомендации по использованию электронной ИОС в образовательной деятельности военных образовательных организаций министерства обороны Российской Федерации определяют информационно-образовательную среду как систему информационных и образовательных ресурсов, информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологическим средствам, обеспечивающих условия для реализации образовательных программ и автоматизации процессов повседневной деятельности военно-учебного заведения.

Исходя из этих определений, в произвольной информационно-образовательной среде можно выделить следующие составные части:

1. Информационную составляющую, в состав которой входят носители информации в печатной и электронной формах – в основном это библиотечный фонд (в том числе и электронный), кафедральные информационные ресурсы – УМКД, учебно-методические пособия и другие разработки, не вошедшие в УМКД.

2. Педагогическую составляющую – приемы, методы, технологии и другие действия, обеспечивающие эффективное взаимодействие обучающихся с информационными потоками.

3. Техническая составляющая, включающая в себя компьютерные средства обучения, программное обеспечение, автоматизированные системы контроля знаний, различные коммуникационные каналы, компьютерные сети и другое оборудование.

4. Систему управления образовательным процессом, включающую в себя различные базы данных, информационные массивы, системы составления и оптимизации расписания занятий и др.

Основным структурным подразделением любого вуза является кафедра. Каждая кафедра реализует изучение определенных дисциплин, свойственных только для ее профиля. Поэтому информационная составляющая будет у каждой кафедры своя. Тем более, что одним из элементов информационной составляющей и так являются кафедральные ресурсы – УМКД, учебно-методические пособия и другие разработки, не вошедшие в состав УМКД.

У каждой дисциплины или группы родственных дисциплин имеется своя терминология, свои особенности обучения, свой понятийный аппарат. Поэтому педагогическая составляющая информационно-образовательной среды у каждой кафедры будет иметь свои особенности.

Каждая кафедра имеет свой парк компьютерных средств обучения, свойственного только ей программного обеспечения. Следовательно, каждая кафедра владеет своей частью технической составляющей информационно-образовательной среды.

Система управления образовательным процессом у каждой кафедры тоже будет иметь свои особенности, связанные с различием в дисциплинах, способами осуществления научной деятельности, распределения информационно-образовательных массивов и т.д.

И, наконец, отказоустойчивость компьютерных сетей. Чем сложнее система, тем больше внимания она требует к обеспечению своей работоспособности. Кроме этого, чем сильнее информационные технологии сливаются с образовательными, тем сильнее проявляется влияние отказов технической составляющей ИОС на всю образовательную систему. Доменное структурирование всей ИОС вуза, особенно, когда такое структурирование производится по основным подразделениям (в основном по кафедрам), позволит существенно снизить такое влияние.

Исходя из всего вышесказанного можно сделать вывод, что каждая кафедра владеет своей «частью» информационно-образовательной среды всего вуза. Эта часть отражает «внутреннюю» жизнь кафедры, определяемую целями и задачами профессионального образования. Эти «части» информационно-образовательной среды обычно реализуются в виде «виртуального представительства» кафедры, которое может быть представлено в виде отдельного кафедрального портала или WEB-сайта. Кафедральный портал (или сайт) должен удовлетворять следующим требованиям:

- поддерживать режим интерактивности как необходимого средства повышения эффективности обучения;
- отображать необходимую для кафедральных дисциплин символику и видео-информацию; обеспечивать наглядность отображаемых материалов и т.п.;
- обеспечивать идентификацию всех пользователей (как обучающихся, так и преподавательский и вспомогательный состав) в домене кафедры с реализацией соответствующих прав;
- обеспечивать доступ к данным обучающихся с целью анализа процесса обучения.

В процессе развития ИОС вуза и кафедры этот список будет существенно расширяться.

Виртуальное представительство кафедры должно содержать следующие разделы:

- методическое обеспечение каждой дисциплины: конспекты лекций, методические указания к лабораторным, практическим заданиям, курсовому проектированию, индивидуальной и самостоятельной работе, экзаменационные вопросы и т.п.;
- ссылки на программное обеспечение, необходимое для выполнения учебных заданий;
- дополнительную информацию о кафедре, в том числе общую информацию о государственных образовательных стандартах и об учебных планах специальностей; список преподавателей и других сотрудников; объявления (служебные для сотрудников, служебные для обучающихся);
- информацию о научно-исследовательской работе кафедры;
- информацию о научных и образовательных связях кафедры.

Виртуальное представительство кафедры должно содержать данные, которые позволяют всем интересующимся получить сведения о событиях, происходящих на кафедре. При организации виртуального представительства кафедры необходимо обеспечить гибкость его дальнейшего сопровождения.

Техническая составляющая для каждой кафедры будет иметь свои особенности как с точки зрения использования и размещения «физического» оборудования (компьютеры, серверы, средства предоставления мультимедийной информации и др.), структуры кафедральной сети и ее размещения в компьютерной сети вуза, так и с точки зрения используемого программного обеспечения. Это может быть стандартное программное обеспечение или программы, разработанные сотрудниками кафедры (вуза) для решения конкретных задач – тестирующие, обучающие, программы автоматизации отдельных составляющих учебного процесса, отдельные модули системы управления обучением, свойственные для конкретной кафедры и др. Пример возможной реализа-

ции технической составляющей ИОС кафедры (сетевой инфраструктуры) представлен на рисунке 1.

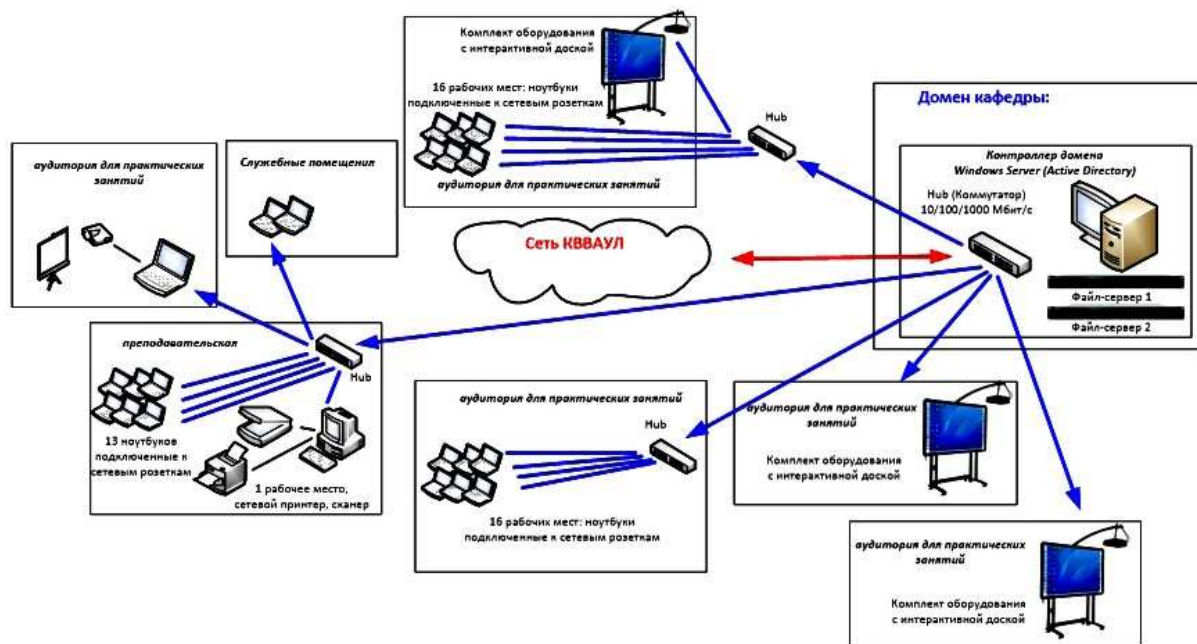


Рисунок 1

Контроллер домена обеспечивает централизованное управление доступом к сетевым ресурсам (общим папкам, принтерам и т.д.). Его функции заключаются в централизованном управлении списком пользователей сети, управление их правами в соответствии с ролью каждого пользователя (или группы пользователей) в сети, аутентификацию пользователей и управление политиками безопасности домена. Основной задачей файл-сервера является надежное хранение информации и обеспечение бесперебойного доступа к ней. Для обеспечения безопасности данных в домене кафедры хранение кафедральных данных (личных файлов преподавателей, учебно-методической документации, кафедральной документации) и файлов обучающихся производится на разных файл-серверах. В нашем случае реализация файл-сервера на сетевых хранилищах под управлением ОС Synology DSM позволяет достаточно просто и надежно решить эту задачу.

Реализация технической составляющей в контексте аудиторного фонда кафедры представлена в нескольких вариантах. Первый вариант представляет аудиторию с развитым мультимедийным обеспечением, рабочими местами с доступом к сети. Такой вариант позволяет наиболее полно реализовать концепцию информационного обеспечения образовательного процесса, однако у него есть существенный недостаток – рабочие места обучающихся загромождаются оборудованием, что затрудняет проведение занятий, не предусматривающих работу с вычислительной техникой. Второй тип аудитории предусматривает вывод только публичной аудиовизуальной информации (либо на экран через проектор, либо на телевизор с большой диагональю). При этом рабочие места обучающихся остаются свободными и появляется возможность установки различного мобильного лабораторного оборудования. В таких аудиториях так же желательным будет доступ к сети с любого рабочего места.

Развитие информационно-образовательной среды кафедры должно происходить по следующим направлениям:

- Оснащение современными средствами вычислительной техники и средствами воспроизведения мультимедийной информации;
- Развитие и совершенствование локальной вычислительной сети кафедры как с точки зрения физического оборудования, так и точки зрения ее логического построения;

- Совершенствования и модернизации виртуального представительства кафедры;
- Совершенствование научно-методического и учебно-методического обеспечения учебного процесса, в том числе и путем совершенствования мультимедийных обучающих средств и других электронных образовательных ресурсов.

**Список литературы:**

1. Остроумова Е.Н. Информационно-образовательная среда вуза как фактор профессионально-личностного саморазвития будущего специалиста / Е.Н. Остроумова // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 4.
2. ФГОС 25.05.04 летняя эксплуатация и применение авиационных комплексов (уровень специалитета) Утвержден приказом Минобрнауки России от 21.08.2020 № 1083.
3. Требования к информационно-образовательной среде военной образовательной организации Министерства обороны Российской Федерации. Утверждены Министром обороны Российской Федерации 16 марта 2018 года.
4. Концепция развития информационно-образовательной среды Министерства обороны Российской Федерации. Утверждены Министром обороны Российской Федерации 07 декабря 2020 года.
5. Правительство Российской Федерации. Постановление от 16 ноября 2020 г. О государственной информационной системе «Современная цифровая образовательная среда».

**ПЕРЕХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКОГО ПРОФИЛЯ  
В ПОТОКЕ МЕЖДУ ДВУМЯ СТЕНКАМИ**



**TRANSITIONAL CHARACTERISTICS OF A THIN PROFILE  
IN A FLOW BETWEEN TWO WALLS**

**Терехов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Нефедовский В.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Савицкий Ю.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается приближенное решение задачи о переходном аэродинамическом процессе при попадании тонкого крыла в резкий вертикальный порыв. Задача решается на основе вихревой схемы нестационарного обтекания тонкого профиля. Полученное решение сравнивается с известными результатами вычисления по функции Вагнера.

**Ключевые слова:** вертикальный порыв, тонкий профиль, вихревая схема, переходная аэродинамическая характеристика, условия Чаплыгина-Жуковского, функция Вагнера.

**Terehov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Nefedovskii V.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Savitskii Yu.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** The article considers an approximate solution of the problem of a transient aerodynamic process when a thin wing hits a sharp vertical gust. The problem is solved on the basis of a vortex scheme of an unsteady flow around a thin profile. The resulting solution is compared with the known results of the Wagner function calculation.

**Keywords:** vertical burst, thin profile, vortex scheme, transient aerodynamic characteristics, Chaplygin-Zhukovsky conditions, Wagner function.

**П**одъемная сила аэродинамического профиля в первую очередь зависит от угла его атаки. При ориентации под подходящим углом аэродинамический профиль отклоняет встречный воздух (для самолетов с неподвижным крылом, направленную вниз силу), в результате чего на аэродинамический профиль действует сила в направлении, противоположном отклонению. Эта сила известна как аэродинамическая сила и может быть разделена на две составляющие: подъемную силу и сопротивление. Для большинства форм фольги требуется положительный угол атаки для создания подъемной силы, но изогнутые профили могут создавать подъемную силу при нулевом угле атаки.

Это «вращение» воздуха вблизи аэродинамического профиля создает изогнутые линии потока, что приводит к снижению давления с одной стороны и повышению давления с другой. Эта разница давлений сопровождается разностью скоростей, согласно принципу Бернулли, поэтому результирующее поле обтекания аэродинамического профиля имеет более высокую среднюю скорость на верхней поверхности, чем на нижней поверхности. В некоторых ситуациях (например, невязкий потенциальный поток) подъемная сила может быть напрямую связана со средней разностью скоростей сверху/снизу без вычисления давления, используя концепцию циркуляции и теорему Кутты-Жуковского.

Рассмотрим задачу об аэродинамическом переходном процессе при попадании тонкого профиля в порыв, имеющий вертикальную скорость  $V_0$ . Течение считаем не-



сжимаемым безвихревым со скоростью невозмущенного потока  $V_\infty$ . Профиль находится в канале с непроницаемыми стенками. Используя известную вихревую схему нестационарного обтекания тонкого профиля можно записать интегро-дифференциальное уравнение для определения интенсивности присоединённых вихрей, связанных с перепадом давления:

$$\gamma(x, t) = \frac{p_- - p_+}{\rho V_\infty^2};$$

$$\frac{1}{4h} \int_{-1}^1 \gamma(s, t) \frac{ds}{sh \frac{\pi}{2n} (x-s)} - \frac{1}{2\pi} \int_0^t d\tau \int_{-1}^+ \frac{d\gamma(s, \tau)}{d\tau} \frac{ds}{sh \frac{\pi}{2h} [(x-s) - (t-\tau)]} = \frac{V_0}{V_\infty} \quad (1)$$

Здесь за единицу длины взята полухорда профиля,  $h$  – полуширина канала (профиль находится посередине), скорость невозмущенного потока  $V_\infty$  взята за единицу скорости.

Расчёт нестационарной скорости производится по классической линейной пошаговой схеме метода дискретных вихрей [1].

Ядро стационарной части уравнения (1) получено методом отображений относительно стенок:

$$\frac{1}{2\pi} \left( \frac{1}{x-s} + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \frac{x-s}{(x-s)^2 + 4m^2 h^2} \right) = \frac{1}{4hsh \frac{\pi}{2h} (x-s)},$$

имеет сингулярную (ядро Коши) и регулярную части.

$$\frac{1}{2nN} \sum_{j=1}^n \gamma_j^{(z)} \left[ \frac{1}{sh \frac{\pi}{2n} (x_i - s_j)} - \frac{1}{sh \frac{\pi}{2n} (x_i - s_j - \frac{2}{N})} \right] =$$

$$= \frac{V_0}{V_\infty} \frac{1}{2hN} \sum_{k=1}^{r-1} \sum_{j=1}^N \left[ \frac{1}{sh \frac{\pi}{2h} [x_i - s_j - \frac{2(r-k+1)}{N}]} - \frac{1}{sh \frac{\pi}{2h} [x_i - s_j - \frac{2(r-k+1)}{N}]} \right]$$

$$x_i = -1 + \frac{2}{N} (i - \frac{1}{4}); \quad s_j = -1 + \frac{2}{N} (j - \frac{3}{4}).$$

Коэффициент подъёмной силы и моменты крыла находятся по известным формулам:

$$\frac{c_y^{(2)}}{V_0} = \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N \gamma_j^{(2)}; \quad \frac{m_z^{(2)}}{V_0} = \frac{2}{N} \sum_{j=1}^N s_j \gamma_j^{(2)}.$$

Для приближённой аналитической оценки переходных аэродинамических характеристик при малой ширине трубы можно воспользоваться асимптотическим решением для  $h$ . В этих целях перепишем уравнение (1) в терминах полной вихревой интенсивности  $\tilde{\gamma}(x, t)$ , связанной с интенсивностью присоединённых вихрей соотношением:

$$\gamma(x, t) = \tilde{\gamma}(x, t) + \frac{\partial}{\partial t} \int_{-1}^x \tilde{\gamma}(\xi, t) dt$$

или

$$\lambda(x, t) = \frac{\partial \Gamma}{\partial x} + \frac{\partial \Gamma}{\partial t},$$

где

$$\Gamma = \int_{-1}^x \tilde{\gamma}(\xi, t) d\xi = \phi(x_i + 0) - \phi(x_i - 0).$$

Соответствующее уравнение будет иметь вид:

$$\frac{1}{4h} \int_{-1}^{+1} \frac{\frac{\partial \Gamma(s, t)}{\partial x}}{sh \frac{\pi}{2h} (x-s)} ds - \frac{1}{4h} \int_0^t \frac{\partial \Gamma}{\partial t} \frac{d\tau}{sh \frac{\pi}{2h} (x-1-t+\tau)} = \overline{V}_0 \quad (2)$$

При малых  $h$  уравнение (2) вырождается в дифференциальное:

$$-\frac{h}{2} \frac{\partial^2 \Gamma}{\partial x^2} = \overline{V}_0. \quad (3)$$

Условие Чаплыгина-Жуковского при этом приобретает вид:

$$\left. \frac{\partial \Gamma}{\partial x} + \frac{\partial \Gamma}{\partial t} \right|_{x=1} = 0. \quad (4)$$

Ещё одно условие следует из определения функции  $\Gamma(x)$ :

$$\Gamma(-1, t) = 0 \quad (5)$$

Применяя преобразование Лапласа по времени, получим вместо (3) – (5) краевую задачу для изображения по Лапласу  $\Gamma(x, p) = \int_0^{\infty} e^{-pt} \Gamma(x, t) dx$

$$\begin{cases} -\frac{h}{2} \frac{d^2 \tilde{\Gamma}}{dx^2} = \frac{\overline{V}_0}{p} \\ \tilde{\Gamma}(-1) = \left. \frac{d\tilde{\Gamma}}{dx} + p\tilde{\Gamma} \right|_{x=1} = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Передаточную функцию подъёмной силы находим по формуле:

$$c_y(p) = \int_{-1}^{+1} \left( \frac{d\tilde{\Gamma}}{dx} + p\tilde{\Gamma} \right) dx.$$

Решение краевой задачи (6) имеет вид:

$$\frac{\Gamma(x, p)}{|V_0|} = -\frac{1}{ph} \left( x^2 - \frac{3+2p}{1+2p} x - \frac{2x}{1+2p} \right).$$

Соответственно для  $c_y(p)$  находим выражение:

$$\frac{c_y(p)}{|V_0|} = -\frac{4}{ph} \left( \frac{1+p}{1+2p} + \frac{1}{3} p \right).$$

Отсюда обращением преобразования Лапласа находим:

$$\frac{c_y}{|V_0|} = \frac{4}{h} \left[ 1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{t}{2}} + \frac{1}{3} \delta(t) \right] \quad (7)$$

где  $\delta(t)$  – дельта-функция Дирака.

Приведенная формула даёт приближённое аналитическое выражение для функции Вагнера, определяющей отношение коэффициента подъёмной силы после вертикального порыва к стационарному значению  $\varphi$  при  $h < 0,5a$ .

$$\varphi(t) = 1 - \frac{1}{2} e^{-\frac{t}{2}} \quad (8)$$

Расчёты показывают, что приближённые значения по формуле (8) отличны от «точных» значений не более чем на 2 %. Значения функции  $\varphi(t)$ , полученные по формуле Вагнера и по выражению (8), показаны на рисунке 1.



Рисунок 1

#### Список литературы:

1. Белоцерковский С.М. Крыло в нестационарном потоке газа / С.М. Белоцерковский, Б.К. Скрипач, В.Г. Табачников. – М. : Наука, 1971.
2. Белоцерковский С.М. Математическое моделирование плоскопараллельного отрывного обтекания тел / С.М. Белоцерковский [и др.]. – М. : Наука, 1988. – 231 с.
3. Белоцерковский С.М. Численные методы в сингулярных интегральных уравнениях и их применение в аэродинамике, теории упругости, электродинамике / С.М. Белоцерковский, И.К. Лифанов. – М. : Наука, 1985. – 253 с.
4. Разработка компьютерных тестов различного типа / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 84–90.
5. Подбор тестовых оболочек для диагностирования образовательных достижений обучающихся / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 79–84.
6. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
7. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.

УДК 355.4

**ПРИМЕНЕНИЕ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ  
И ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РОССИИ  
В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**



**THE USE OF AVIATION SYSTEMS AND FEATURES  
OF THE RESTORATION OF THE MILITARY POTENTIAL OF RUSSIA  
IN THE CONDITIONS OF THE FAR NORTH**

**Нагучев Д.М.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
damirnaguchev@mail.ru

**Меджидов Р.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
vlorew@ya.ru

**Аннотация.** Полярный круг составляет около 4 % поверхности Земли и является краем вечной мерзлоты. Северные регионы имеют решающее значение для экономики нашей страны, так как именно здесь находится две трети нефти, 85 % газа, более 95 % никеля и кобальта, 65 % меди. Арктика чрезвычайно важна не только для экономики нашего государства, но и для мировой экономики в целом.

**Ключевые слова:** делимитация, Арктика, авиационная группировка, модернизационный потенциал, авионика, безориентирная местность, стратегия.

**Naguchev D.M.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
damirnaguchev@mail.ru

**Medzhidov R.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
vlorew@ya.ru

**Abstract.** The Arctic Circle makes up about 4 % of the Earth's surface and is the edge of permafrost. The northern regions are of decisive importance for the economy of our country, since it is here that two-thirds of oil, 85 % of gas, more than 95 % of nickel and cobalt, 65 % of copper are located. The Arctic is extremely important not only for the economy of our state, but for the world economy as a whole.

**Keywords:** Delimitation, Arctic, aviation grouping, modernization potential, avionics, unorientated terrain, strategy.

**Д**елимитация ряда арктических территорий до сих пор не проведена, так как правовой режим государств, владеющих арктическими территориями, не всегда регулируется международными соглашениями. Россия на основе большого комплекса исследований доказала, что Океанический хребет Ломоносова и подъем Менделеева являются прямым продолжением Сибирской континентальной платформы. Если этот факт будет подтвержден и признан, наша страна сможет расширить свою экономическую зону в Северном Ледовитом океане на миллионы квадратных километров. С точки зрения российского законодательства и фактического положения дел, это «национальное транспортное сообщение Российской Федерации в Арктике».

В случае предполагаемого освобождения этого морского пути ото льда в интересах России не допустить превращения этого маршрута в зону неконтролируемого судоходства и соответствующего экономического и военного соперничества.

На период до 2020 года, еще в 2008 году, были приняты «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на перспективу». В том же году арктические государства договорились, что все споры будут разрешаться в рамках Конвенции ООН по морскому праву. В 2013 году была утверждена «Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года». Но события последних 20 лет показывают, что западные страны не намерены соблюдать нормы международного права и не согласны с нынешним режимом Северного морского пути, а также стремятся превратить его в международный коммерческий транзитный маршрут.

Западная часть арктической зоны России также находится под ответственностью НАТО. Здесь дислоцируется мощная авиационная группировка Дании, Великобритании, Норвегии, Канады и США.

Датские F-35A, которые пришли на смену F-16, начали поступать на боевое дежурство в конце 2020 года и уже регулярно дислоцируются в Гренландии для проведения учебных операций в Арктике.

Великобритания располагает значительным парком боевых самолетов, насчитывающим около 200 единиц. Это позволяет ей решать сложные задачи на значительном удалении от территории страны. К ним относятся многоцелевые истребители Турпооп, к которым присоединились первые истребители F-35A, самолеты E-3D AWACS, разведчики RC-135W и трансформируемые танкеры A330 MRTT.

Норвежские ВВС, в свою очередь, аналогично приобрели истребители F-35A, которые обладают значительными ударными возможностями благодаря противокорабельным ракетам NSM. Кроме того, с 2019 года Норвегия использует самолеты-заправщики A330 MRTT, которые позволяют истребителям действовать на большом расстоянии от баз.

Канада располагает истребителями CF-18 (F/A-18A/B), которые регулярно проводят практические учения в арктической зоне. В стране идет дискуссия о замене их новыми самолетами, которыми, скорее всего, станут F/A-18E/F. Планы развития ВВС предусматривают расширение разведывательных и транспортных возможностей в Арктике, в том числе за счет приобретения беспилотных комплексов (БПЛА).

Северная и северо-восточная зоны России находятся под юрисдикцией двух командований ВВС США: Тихоокеанского и Северного. ВВС США и силы ПВО действуют совместно с ВВС Канады. 11-я воздушная армия США, дислоцированная на Аляске, отвечает за операции в Арктике. Соединенные Штаты Америки также имеют две постоянные авиабазы на Аляске в Арктике. На базе Эльмендорф-Ричардсон находятся истребители F-22A и самолеты ДРЛО E-3. На базе Эйельсон постоянно базируются истребители F-16C/D, которые планируется заменить F-35A после 2020 года.

Самые короткие маршруты воздушных и космических ударов по России проходят через приполярные регионы, поэтому Арктика была и остается важнейшим регионом для поддержания баланса ядерного сдерживания. Из арктических морей можно нанести массированный удар крылатыми ракетами морского и воздушного базирования с ядерными и обычными боеголовками.

Согласно справочнику Военного баланса пока в количественном отношении российская авиация уступает западным силам в Арктическом регионе. Однако в последние годы наметились позитивные тенденции в увеличении состава и возможностей авиации Северного флота.

В состав морской авиации входят истребители корабельного базирования МиГ-29К/КУБ, Су-33. Реализуется программа модернизации противолодочных самолетов Ил-38. Ожидается массовое поступление современного многоцелевого истребителя Су-30СМ, с большой дальностью полета, возможностью дозаправки в воздухе и способностью бороться с высокоточным оружием, воздушными, надводными и наземными целями.

Военно-морские летчики больше заинтересованы в двухместных самолетах, которые облегчают длительные полеты над неориентированной местностью и позволяют им в полной мере реализовать возможности многофункциональных самолетов. Высокая надежность этих самолетов стоит на первом месте, так как покинувший самолет в океане или в Арктике летчик имеет небольшие шансы спастись. Су-30СМ создан на базе самого массового экспортного семейства российских истребителей Су-30МКИ/МКА/МКМ. За время выпуска большой партии самолетов удалось вылечить все «детские болезни» техники и отладить систему послепродажного обслуживания. Благодаря открытой и богатой архитектуре авионики Су-30СМ имеет неограниченный модернизационный потенциал, который уже начал реализовываться. Все необходимые заделы для такой модернизации в России есть, что позволяет усовершенствовать самолет без значительных инвестиций.

Существующий парк транспортных и специальных самолетов в составе ВКС и морской авиации ВМФ России достаточен для решения большинства задач. На базе существующего тяжелого транспортного самолета Ил-76 выпускается совершенно новый по авионике, двигателям и дальности полета Ил-76МД-90А. Восстановлено произ-

водство усовершенствованного пассажирского Ил-114-300, платформа которого рассматривается как основа для создания специальных самолетов разведки, патрулирования и наблюдения. Совершенствуются средние Ан-12 и легкие Ан-72 и Ан-26.

Сложные географические и метеорологические условия Арктики предъявляют особые требования к авиационной технике. Но в последние годы России удалось добиться значительного прогресса. Холдинг «Вертолеты России» досрочно передал российским военным арктические транспортно-ударные вертолеты Ми-8АМТШ-ВА. Этот вертолет может эксплуатироваться при температуре до минус 60 градусов. Благодаря дополнительным топливным бакам дальность полета вертолета превышает 1400 км. При необходимости он может нести вооружение, аналогичное Ми-8АМТШ, в том числе ПТУР или ПТУР «Атака», а также ракеты класса воздух-воздух «Игла». Ми-8АМТШ-ВА оснащен бортовым комплексом ПВО «Витебск», который защищает от переносных зенитных комплексов. При создании арктического вертолета особое внимание уделяется совершенствованию навигационного оборудования, обеспечивающего длительные полеты по безориентирной местности.

Основу ударного потенциала России, в том числе и на северном направлении, составляют дальняя авиация и фронтовые бомбардировщики Су-24М и Су-34. Стратегические ракетоносцы Ту-160 и Ту-95МС также не остались в стороне, поскольку помимо участия в ядерном сдерживании они могут выполнять задачи в локальных и региональных неядерных конфликтах. Также были модернизированы дальние бомбардировщики Ту-22М3, одной из важнейших задач которых является борьба с корабельными группировками противника, в том числе с авианосцами.

Реализуется программа совершенствования, которая охватила примерно 20 % из 500 выпущенных МиГ-31. Модернизированный МиГ-31БМ / БДСМ значительно увеличил возможности истребителя по уничтожению современных средств воздушного нападения.

Однако не всегда и не на всех рубежах современная авиация, как бы она не была модернизирована, может выполнять поставленные перед ней задачи.

Таким образом, разработка и внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) играют очень важную роль в обороне северных границ страны.

Первый отряд беспилотных летательных аппаратов был сформирован на Северном флоте еще в 2013 году. Позже он был переименован в эскадрилью. Она вооружена серийными отечественными комплексами «Орлан-10» и «Форпост» различных модификаций, предназначенными в основном для разведки и наблюдения. Продолжительность их полета составляет более суток при массе около тонны. В будущем на Севере будет дислоцироваться беспилотный авиационный полк.

БПЛА «Альтаир», который очень популярен для этих широт, – это гражданский вариант тяжелого беспилотного летательного аппарата. Масса его около 7 тонн при полезной нагрузкой до 2 тонн. Беспилотный летательный аппарат имеет чрезвычайно большую дальность, около 10 тысяч километров, и продолжительность полета до 48 часов. Обладая такими возможностями, этот БПЛА решает самые разнообразные задачи в любой точке Арктики.

В настоящее время Россия строит новые и восстанавливает заброшенные (законсервированные) советские аэродромы по всей Арктике. Полным ходом идет работа по обустройству некогда активно эксплуатируемых арктических объектов. Это дает основание заявить о полномасштабном возвращении России в Арктику, вернее, в ту ее часть, которая исторически считалась российской.

К особенностям работ по строительству аэродромов в Арктике относятся как короткий строительный сезон (работы технологически возможны только в летние месяцы), так и сложная логистика доставки строительных материалов. Для строительства объектов в Арктической зоне используется комплексная логистическая схема, предполагающая три вида перевозок грузов и материалов, а именно с использованием автомобильного, железнодорожного и водного транспорта. Абсолютно все приходится ввозить с материка. А это можно сделать только во время летней навигации в период всего 4–5 месяцев.

В Арктике российские атомные стратегические подводные лодки ведут боевое патрулирование, атака на которые нанесла бы значительный ущерб потенциалу ядерного сдерживания. Поэтому для противодействия этим угрозам на севере нашей страны была создана мощная система ПВО, которая сейчас восстанавливается с учетом новых военных факторов. Еще в 2016 году в Арктике были развернуты зенитно-ракетные комплексы С-400 «Триумф». Для защиты этих систем от ударов с воздуха развернуты батареи ракетных и артиллерийских комплексов «Панцирь», а также береговые ракетные комплексы «Бастион» с противокорабельными ракетами для защиты более крупных баз. Также одной из приоритетных задач, которая уже решается, является восстановление системы воздушно-космической обороны нашего государства.

**Вывод.**

Военная стратегия нашей страны на северном направлении сегодня, отличается от советской. В то время Арктика рассматривалась как регион, в котором в первую очередь решались задачи отражения воздушных и космических атак. Объекты охраны в основном располагались на побережье или в глубине территории СССР. Сегодня, а тем более завтра, необходимо защищать объекты и акватории, расположенные в границах экономической зоны и даже за ее пределами. И Россия в обладает значительной решимостью и высоким военным потенциалом для укрепления своих позиций в Арктике в интересах обеспечения безопасности и экономического развития государства.

**Список литературы:**

1. Гудев П.А. Новые риски и возможности межгосударственного сотрудничества в Арктике / П.А. Гудев // Арктика и Север. – 2019. – № 36. – С. 57–83.
2. Пусенкова Н.Н. Нефть арктического континентального шельфа России: оптимизм, пессимизм, реализм / Н.Н. Пусенкова // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2019. – № 5. – С. 86–108.
3. Оценка эффективности программ поддержания летной годности воздушных судов в центрах технического обслуживания и ремонта авиационной техники / А.А. Ицкович, Ю.М. Чинючин, Н.Н. Смирнов [и др.] // Научный вестник МГТУ ГА. – 2013. – № 197. – С. 59.
4. Титов И.В. Проблема методического обеспечения формирования программ поддержания летной годности воздушных судов на этапе эксплуатации / И.В. Титов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2013. – № 197. – С. 41–45.

УДК 623.7

«ПЕРВЫЙ СПУТНИК».  
К 65-ЛЕТИЮ ЗАПУСКА ПЕРВОГО ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ  
◆◆◆◆  
«THE FIRST SATELLITE». ON THE 65TH ANNIVERSARY OF THE LAUNCH  
OF THE FIRST ARTIFICIAL EARTH SATELLITE

**Молчанов В.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Новицкая М.Г.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Темирбулатов А.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье авторы провели анализ разработки, создания и запуска первого искусственного спутника земли. Авторы статьи исследовали как гением советских ученых, конструкторов, инженеров и рабочих был создан и выведен на орбиту первый искусственный спутник земли.

**Ключевые слова:** Циолковский, Королев, космодром, ракеты, искусственный спутник земли, космонавтика, Луна.

**Molchanov V.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Novitskaya M.G.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Temirbulatov A.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** In the article, the authors analyzed the development, creation and launch of the first artificial Earth satellite. The authors of the article investigated how the genius of Soviet scientists, designers, engineers and workers created and put into orbit the first artificial satellite of the earth.

**Keywords:** Tsiolkovsky, Korolev, cosmodrome, rocket, artificial earth satellite, cosmonautics, moon.

*«Здесь гением советского человека начался  
дерзновенный штурм космоса 1957 г.».  
Надпись на пьедесталеobelиска,  
установленного недалеко от стартового  
комплекса космодрома Байконур.*

Э тот запуск ознаменовал собой начало космической эры человечества, полет советского спутника имел громадное политическое и научное значение. Весь мир был восхищен этим событием. А ведь этот подвиг нашего народа был осуществлен спустя всего 12 лет после окончания Великой Отечественной войны, унесшей жизни миллионов людей и разрушившей народное хозяйство нашей страны. Вместе с тем это первый полет нашего спутника Земли свидетельствовал о наличии высокого научно-технического потенциала нашей Родины.

Обоснованная идея создания искусственного спутника Земли (ИСЗ) впервые была высказана К.Э. Циолковским. Вот что он писал в своей книге «Грезы о Земле и небе», опубликованной в 1895 г.: «Воображаемый спутник Земли, вроде Луны, но произвольно близкий к нашей планете, лишь вне пределов ее атмосферы, значит, верст за триста от ее поверхности, представляет при очень малой массе пример среды, свободной от тяжести». Но лишь через столетия уровень развития техники в СССР и США достиг такого состояния, что эта идея стала реально выполнимой задачей для этих стран.





К.Э. Циолковский

После окончания второй мировой войны, когда определенными кругами на Западе был провозглашен курс «холодной войны», Советское правительство придавали большое значение развитию ракетной техники. В 1946 г. начало свою деятельность ОКБ, возглавляемое С.П. Королевым. В короткий срок здесь были созданы первые баллистические ракеты. Конструкторы, инженеры, рабочие – все, кто пришел в ракетную технику, были охвачены чувством открывателей, жаждущих решить принципиально новые задачи, продвинуть вперед науку и технику, создать надежный щит от возможных посягательств на нашу страну. Успеху способствовал и общий подъем, энтузиазм, охвативший всю страну. Люди жили с глубокой верой и надеждой, что разруху, принесенную войной, можно ликвидировать в короткий срок.

Рядом с ОКБ Королева располагался научно-исследовательский институт Академии артиллерийских наук, где в те же голодные годы, когда хлеб еще выдавался по карточкам, под руководством М.К. Тихонравова небольшая группа ученых трудилась над проектом создания искусственного спутника Земли. Девизом их были слова К.Э. Циолковского: космонавтика принесет «горы хлеба и бездну могущества».

В 1948 г. на расширенном заседании академии Тихонравов выступил с докладом о результатах исследований. Большой зал, где проходило совещание, был заполнен учеными и специалистами. Они бурно реагировали на доклад. Новизна и смелость изложенных мыслей смутила многих, а некоторые выступили даже против проводимых исследований. Но были и такие, кто по-настоящему оценил и поддержал смелое начинание. И среди них – Сергей Павлович Королев.

Гений Королева и заключался в том, что он мог понять, поверить в то, что многим казалось несбыточным либо не заслуживающим внимания. Он лучше других знал возможности ракетной техники, видел перспективы ее развития и лучше других понимал, что запуск спутника – дело ближайшего будущего.

Поддерживая энтузиазм Михаила Клавдиевича, Сергей Павлович заказал в 1953 г. институту, где работал Тихонравов, научно-исследовательскую тему по спутнику. А в мае 1954 г. он обратился в Совет Министров СССР с запиской: «Проводящиеся в настоящее время разработки нового изделия позволяют говорить о возможности создания в ближайшие годы искусственного спутника Земли. Путем некоторого уменьшения веса полезного груза можно будет достичь необходимой для спутника конечной скорости 8000 метров в секунду».



С.П. Королев

К.Э. Циолковский первым определил величину скорости, необходимую для преодоления сил земного притяжения. Он же нашел и путь реализации: многоступенчатая ракета. От идеи Циолковского до воплощения ее в жизнь прошло 50 лет. На торжественном собрании, посвященном 100-летию со дня рождения ученого, Королев отметил, что Константин Эдуардович жил впереди своего времени. И это действительно так, потому что прошло еще много лет, прежде чем люди научились изготавливать легкий металл и калорийное топливо, создавать мощные двигатели и точные приборы.

Первые жидкостные ракеты стали использоваться в 40-е годы. Тогда Германия обстреливала ими Англию. По своим возможностям они, естественно, были далеки от космических. После войны ракеты дальнего действия появились в Советском Союзе и Соединенных Штатах Америки. Затем началось их совершенствование. И хотя ракеты летали все выше и дальше, достичь космических скоростей не удавалось. И вот Сергей Павлович доложил правительству о возможности запуска спутника.

Конструкторскому бюро Королева поручили работу над ИСЗ. Одновременно было принято решение о строительстве космодрома Байконур. Летом 1955 г. Королев подал в правительство вторую докладную записку, в которой обосновал необходимость создания специального подразделения для разработки ИСЗ и проблемы полета человека на ракете.

В январе 1956 г. правительство одобрило предложения Сергея Павловича. К этому времени академик М.В. Келдыш создал в АН СССР инициативную группу ученых, которая под его руководством стала заниматься разработкой теории космических исследований и научной аппаратуры для спутников. А в КБ Королева полным ходом шла работа над межконтинентальной ракетой и эскизным проектом спутника, известного сегодня как третий советский ИСЗ. В процессе работы над эскизным проектом у Сергея Павловича родилась идея создания простейшего спутника.

Это были наиболее тяжелые и, пожалуй, самые плодотворные годы в жизни замечательного ученого. Проторенных дорог на пути создания ИСЗ не было. До всего надо было доходить самому, опираясь на помощь ближайших помощников и соратников. Королев ясно понимал значение взятых на себя обязанностей. Понимал и то, что в одиночку ему не справиться с поставленной правительством задачей. И он расширяет созданный ранее в ракетной технике Совет главных конструкторов. В него вошли руко-

водители научно-исследовательских, конструкторских и производственных коллективов по разработке составных ракет, ракетных двигателей, систем управления, наземного оборудования, радиотехнических станций слежения за ИСЗ, научной аппаратуры. Расширив Совет, Королев объединил в своих руках руководство по созданию искусственного спутника Земли.

Достижению поставленной цели Королев отдавал себя целиком и страшно не любил, если кто-то работал спустя рукава. Как вспоминают его современники, он постоянно повторял: «Думайте, думайте, советуйтесь, нельзя бездумно работать. Нам доверены огромные государственные средства. От нашей работы зависит авторитет нашей Родины на мировой арене». Эти высокие мотивы и привели его к мысли о создании простейшего спутника.

Сергей Павлович сознавал, что уровень знаний о физике космоса настолько мал, что в случае неудачи можно легко загубить большое начинание. Достаточно сказать, что величина плотности атмосферы на высоте нескольких сот километров по разным источникам существенно различалась, не было достаточных сведений о структуре ионосферы, условиях прохождения через нее радиоволн, о метеоритной опасности. Отсутствовали какие-либо экспериментальные данные и по герметизации спутника, обеспечению его теплового режима в космическом пространстве, энергопитанию аппаратуры в течение длительного времени, управлению в полете с учетом погрешностей выведения, эволюции его орбиты.

С другой стороны, Королев прекрасно понимал, что успех станет мощным стимулом для форсирования работ по исследованию и освоению космического пространства. Ведь с осени 1956 г. его сотрудники начали проработки по кораблю-спутнику для полета человека, спутнику станции и космическому аппарату для полета к Луне. Вот почему Сергей Павлович в январе 1957 г. направил в правительство новую докладную записку, в которой прямо указал на необходимость подготовки двух ракет-носителей: одной для запуска простейшего спутника, а другой – более тяжелого, в 1200 килограммов.



Первый спутник Земли

25 января идея Королева получила поддержку правительства, и он утвердил исходные данные по простейшему спутнику. В них он требовал, чтобы аппарат был максимально простым и надежным, вместе с тем технические решения по таким вопросам, как обеспечение герметичности, терморегулирования, должны стать приемлемыми для последующих, более совершенных космических аппаратов. Корпусу спутника, исходя из недостаточных знаний физики космоса, следовало придать сферическую форму. При неориентированном полете именно она позволит по эволюции орбиты наиболее точно определить плотность атмосферы. В силу вращения спутника вытекало требование для радиопередающего устройства. Мощность передатчика, диаграмма направленности его антенны и длина волны должны быть такими, чтобы его сигналы слышало

максимальное количество наземных станций и радиолюбителей. Это позволит получить достоверный статистический материал о распространении радиоволн через ионосферу. Питание передатчика предлагалось от аккумуляторных батарей, расчетное время непрерывной работы которых должно составлять 14 суток.

Что же представлял собой первый искусственный спутник Земли? Его шарообразный корпус диаметром 58 сантиметров был выполнен из алюминиевого сплава и состоял из верхней и нижней полусфер, соединенных стыковочными шпангоутами. Герметичность стыка обеспечивала вакуумная резина, закладываемая в кольцевую канавку одного из шпангоутов. Через специальный клапан полость спутника заполнялась сухим азотом под давлением 1,3 ата. К корпусу через изоляторы крепилась антенная система, состоящая из двух пар штырей, соответственно равных 2,4 и 2,9 метра. При установке спутника на ракету-носитель штыри укладывались и крепились восемью зацепами. С отделением спутника от ракеты-носителя штыри с помощью пружинных толкателей раскрывались дополнительно на угол в 30 °С, что создавало наилучшую диаграмму направленности антенной системы.

Внутри корпуса спутника размещались: блок питания в форме восьмигранной призмы, состоявший из трех серебряно-цинковых аккумуляторов, радиопередаточное устройство, включавшее два передатчика на лампах, вентилятор и воздухопровод системы терморегулирования, коммутирующее устройство бортовых систем, датчики давления и температуры, бортовая кабельная сеть.

Два аккумулятора предназначались для питания радиопередатчиков, а третий – для системы терморегулирования и коммутирующего устройства. Радиопередаточное устройство излучало сигналы в виде телеграфных посылок длительностью от 0,2 до 0,6 секунды, по изменению частоты которых осуществлялся контроль герметичности и температуры внутри аппарата.

Устойчивый температурный режим внутри спутника поддерживала система терморегулирования, состоявшая из биметаллического термореле, вентилятора с электроприводом и воздухопроводом. При повышении температуры до 30 °С вентилятор включался, а при падении до 20 °С – выключался.

20 сентября 1957 г. состоялось заседание Государственной комиссии по запуску первого искусственного спутника Земли. На нем было решено подготовить проект сообщения ТАСС и передать его представителям печати после первого витка спутника. 02 октября С.П. Королев подписал приказ по летным испытаниям. Руководителями стартовой команды были назначены заместитель Главного конструктора по испытаниям Я.А. Воскресенский и А.И. Носов.

04 октября 1957 г. в 22 часа 28 минут московского времени ракета-носитель подняла с Байконура в космос первое искусственное тело. А через 10 минут его звонкие сигналы известили мир о рождении космической эры. 05 октября в 1 час 48 минут их услышала вся Москва...

Наш спутник (ИСЗ) за 92 суток сделал 1440 оборотов вокруг Земли, в том числе сотни раз пролетал над Соединенными Штатами. И сделать что-нибудь нам в ответ американцы не смогли. Очень показательны были высказывания и действия их президентов. Наш прорыв в космос заставил президента США Дуайта Эйзенхауэра подписать закон о передаче контроля над космическими программами вновь созданному Национальному управлению авиации и исследованию космического пространства (NASA). А вновь избранный президент США Джон Кеннеди сказал: *«Когда мы узнали о запуске русскими, мы пришли в шоковое состояние и в течение недели не могли ни принимать решения, ни разговаривать друг с другом».*

Запуск первого спутника позволил осуществить практическую проверку процессов его выведения и отделения от ракетносителя, получить данные о плотности верхней атмосферы, необходимые для прогноза времени существования космических аппаратов, провести отработку радиотехнических и оптических методов измерений орбит, изучить прохождение радиоволн различной частоты через ионосферу, проверить заложенные принципы терморегулирования и герметичности в условиях космического полета. Но наиболее полно итог свершившемуся событию подвел Сергей Павлович Королев на митинге, состоявшемся после запуска.

Дорогие товарищи! – взволнованно сказал он. Свершилось то, о чем мечтали лучшие умы человечества. Пророческие слова Константина Эдуардовича Циолковского о том, что человечество не останется вечно на Земле, сбылись. Сегодня на околоземную орбиту выведен первый в мире искусственный спутник. С выводом его на орбиту начался штурм космоса. И первой страной, проложившей дорогу в космическое пространство, явилась наша страна – Страна Советов!



Ю.А. Гагарин

Мы тоже хотим закончить статью патристическими словами Константина Эдуардовича Циолковского, напечатанными еще в двадцатых годах прошлого столетия. Он писал: *«Это будет русская ракета, и конечно, полетит на ней русский человек. Да, да, именно русский человек – богатырь, смелый, храбрый, первый звездоплавател. Именно русский, а не немец, не француз, не англичанин, не американец. Какой это будет счастливый день для нашей науки, когда русские люди поднимут ракетный корабль навстречу звездам! Этот день и имя первого космонавта войдут в историю человечества. Это бессмертие».* В каждой фразе гениальное 100 % предвидение.

### Список литературы:

1. Арлазоров М.С. Циолковский. – М. : «Молодая гвардия», 1967. – 156 с.
2. Голованов Я.К. Королев. – М. : «Молодая гвардия», 1972. – 256 с.
3. Асташенков П.Т. Главный конструктор. – М. : Воениздат, 1975. – 286 с.
4. Ребров М.Ф. Сергей Павлович Королев. Жизнь и необыкновенная судьба. – М. : ОЛМА – ПРЕСС, 2002. – 383 с.
5. Авиация и космонавтика. Ежемесячный журнал ВВС. 1987. – № 10. – 2020. – № 4.

**СТАРШИЙ БРАТ «БЕЛОГО ЛЕБЕДЯ»  
(К 45-ЛЕТИЮ ПЕРВОГО РЕЙСА СВЕРХЗВУКОВОГО  
ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА ТУ-144)**



**THE ELDER BROTHER OF THE «WHITE SWAN»  
(TO THE 45TH ANNIVERSARY OF THE FIRST FLIGHT  
OF THE TU-144 SUPERSONIC PASSENGER AIRCRAFT)**

**Молчанов В.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Новицкая М.Г.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Темирбулатов А.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье авторы анализируют этапы разработки, создания и ввод в строй первого сверхзвукового пассажирского самолета ТУ-144. Авторы в статье исследуют работу советского авиационного конструктора А.Н. Туполева по созданию первого пассажирского сверхзвукового самолета.

**Ключевые слова:** Туполев, аэродинамика, двигатель, пассажирский самолет, сверхзвуковой самолет, аэрофлот, конструктор.

**Molchanov V.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Novitskaya M.G.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Temirbulatov A.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** In the article, the authors analyze the stages of development, creation and commissioning of the first supersonic passenger aircraft TU-144. The authors of the article investigate the work of the Soviet aviation designer A.N. Tupolev on the creation of the first passenger supersonic aircraft.

**Keywords:** Tupolev, aerodynamics, engine, passenger aircraft, supersonic aircraft, aeroflot, designer.

*«Некрасивые самолеты не летают»*

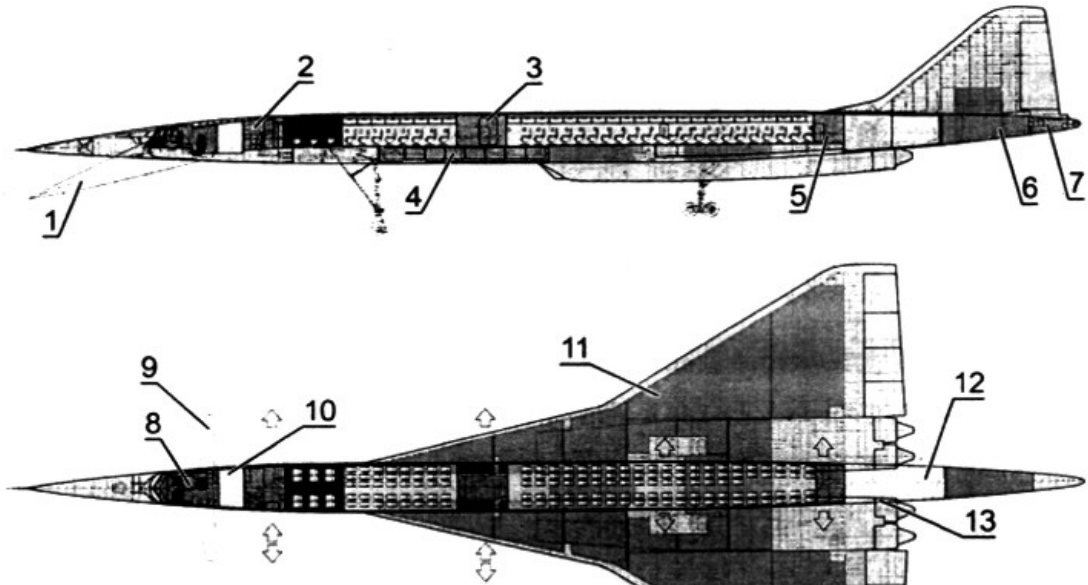
*А.Н. Туполев – генеральный авиаконструктор.*

Успехи в создании сверхзвуковых боевых самолетов, в том числе и тяжелого класса, подготовили в 1950-е годы не обходимую научно-техническую базу для появления первых сверхзвуковых пассажирских самолетов. Ведущие мировые авиационные фирмы сделали ряд проектов таких машин различных аэродинамических и компоновочных схем. Однако их детальный анализ показал, что постройка эффективного и конкурентоспособного с дозвуковыми лайнерами пассажирского самолета путем модификации военного прототипа – задача крайнесложная. В ходе исследований, рассматривая различные возможные варианты технических решений, специалисты как в СССР, так и на Западе постепенно пришли к твердому убеждению, что экономически эффективную сверхзвуковую пассажирскую машину необходимо проектировать как принципиально новый тип летательного аппарата.

Перед отечественной наукой и промышленностью ставился ряд задач, с которыми наша авиация ранее не сталкивалась. Прежде всего, для обеспечения требуемых характеристик было необходимо обеспечить значительное улучшение аэродинамического совершенства самолета в крейсерском режиме, решить вопросы устойчивости и управляемости тяжелого самолета при полетах в дозвуковой, трансзвуковой и сверхзвуковой областях. Длительный полет на скорости  $M = 2$  приводит к нагреву наружной поверхности до 100–120 градусов, поэтому предстояло создать теплостойкие конструк-

ционные материалы, смазки, герметики, а также разработать типы конструкций, способных долговременно эксплуатироваться в условиях циклического аэродинамического нагрева.

Очень высокие требования предъявлялись и к силовой установке. Нужны были мощные и экономичные двигатели, устойчиво работающие в режимах сверх звукового полета. Также предстояло решить проблемы регулирования воздуха хозаборников в широком диапазоне высот и скоростей. Длительный сверхзвуковой полет наиболее рационально выполнять на больших высотах, соответственно ставилась задача разработки новых систем кондиционирования воздуха, обеспечивающих комфортные условия пассажирам и экипажу при значительном нагреве конструкции планера.



**Компоновка самолета Ту-144Д:**

- 1 – отклоняемый носовой обтекатель; 2 – гардероб, кухня, туалет;
- 3 – гардероб, кухня, туалет; 4 – багажный отсек; 5 – гардероб;
- 6 – балансировочный топливный бак; 7 – парашют; 8 – кабина экипажа;
- 9 – многощелевой поворотный дестабилизатор; 10 – носовые технические отсеки;
- 11 – интегральные топливные баки; 12 – багажный отсек; 13 – хвостовой отсек

Кроме перечисленного, требовалось создать целый ряд новых устройств и систем, обеспечивающих точную навигацию, автоматическое управление и автоматическую посадку. Возникла и не обходимость изучения экологических особенностей эксплуатации сверхзвуковых пассажирских самолетов, связанных с выбросами в атмосферу газов двигателей на больших высотах и их влиянием на озоновый слой, воздействием шума и звукового удара на людей, животных и строения, а солнечной радиации – на пассажиров и экипаж. Также для безболезненного внедрения сверхзвукового лайнера в существующую транспортную систему нужно было еще при его проектировании учитывать особенности отечественной и международных систем воздушных перевозок, существующих аэропортов и управления воздушным движением.

Начиная с 1962 г., инженеры французской Sud Aviation (проект Super Caravelle) объединили усилия с британцами из компании Bristol (проект Type 223) и, заручившись поддержкой на государственном уровне, начали работу над совместным СПС – «Конкорд» («Согласие»). Планировалось, что перелет на нем из Европы в Америку будет занимать три часа вместо семи-восьми на обычных самолетах. Реакция первого секретаря ЦК КПСС, Председателя Совета министров СССР Н.С. Хрущева, по воспоминаниям очевидцев, была молниеносной: «Мы должны сделать свой советский сверхзвуковик, при этом летать он должен быстрее «Конкорда».

16 июля 1963 г. было принято постановление ЦК КПСС и Совета министров СССР № 798-271 «О создании ОКБ А.Н. Туполева сверхзвукового пассажирского само-

лета Ту-144 с четырьмя реактивными двигателями и о постройке партии таких самолетов».

Туполеву поручались работы над новым СПС, способным развивать до 2300–2700 км/ч и переносить 80–100 человек на 4000–4500 км либо 39–50 человек – на 6000–6500 км. Но вскоре стало ясно: наскоком задачу не решить, и военный сверхзвуковой самолет в гражданский не превратить.

Спроектировать и создать с нуля первый пассажирский лайнер, способный лететь быстрее звука, означало зайти в техническом отношении в неизведанную ранее область, где нет готовых ответов и проверенных решений. Поэтому в ОКБ Туполева и в ЦАГИ рассматривались десятки возможных вариантов аэродинамической компоновки. Выбор пал на схему низкоплана-бесхвостки с составным треугольным крылом. Причем самолет должен был совершать крейсерский полет на скоростях, как минимум превышающих две скорости звука.

К лету 1965 года наиболее важные конструктивные решения по проекту были приняты. В этом же году модель самолета экспонировалась на авиасалоне в Ле Бурже во Франции. 22 июня 1966 г. был утвержден полноразмерный макет самолета.

Эпохальное для истории отечественной авиации событие произошло в последний день 1968 года. Через 25 секунд после старта Ту-144 впервые оторвался от взлетной полосы аэродрома и быстро набрал высоту. Управлял лайнером летчик-испытатель Эдуард Елян. Полет, продлившийся 37 минут, стал событием в мировой авиации – приоритет СССР в разработке сверхзвукового пассажирского авиалайнера был закреплен де-факто. Первый «Конкорд» поднимется в воздух лишь 02 марта 1969 года.

А спустя полгода в бортовом журнале Ту-144 появляется следующая запись: «Опытный самолет первый раз на высоте 11000 метров превысил сверхзвуковую скорость. 12 ноября 1970 г. в часовом полете машина летала полчаса на скорости, превышающей 2000 км/ч. На высоте 16960 метров была достигнута максимальная скорость 2430 км/ч.».

Выполнив программу испытательных полетов (всего около 150 полетов), тот Ту-144 так и остался в одном опытном экземпляре. От него большего и не требовалось: техническая возможность создания в СССР сверхзвукового пассажирского самолета доказана. Необходимо было продвигаться дальше, улучшая конструкцию машины и двигателей.

Строительство предсерийного Ту-144 № 01-01 (бортовой № 77101) завершилось в начале 1971 г. 01 июня 1971 г. самолет совершил первый полет. По программе заводских испытаний, машина выполнила 231 полет общей продолжительностью 338 часов, из них 55 часов самолет летал на сверхзвуке. На этой машине отработывались комплексные вопросы взаимодействия силовой установки самолета на различных режимах полета.

Летом 1971 г. начались эксплуатационные испытания прототипа самолета в «Аэрофлоте». Были совершены полеты из Москвы в Прагу, Берлин, Варшаву, Софию. Этим же летом лайнер был показан на авиасалоне в Ле Бурже, где он впервые «встретился» с англо-французским «Конкордом».

Как позднее вспоминал начальник лаборатории ГНЦ «ВНИИ авиационных материалов» академик И.Н. Фридляндер, «пролетел он очень хорошо, с меньшим шумом и без дымных хвостов от двигателей, как у «Конкорда».

Жорж Помпиду в павильоне СССР авиасалона поздравил советскую делегацию с успехом. Вместе с министром авиационной промышленности СССР П.В. Дементьевым он поднялся на борт Ту-144 и внимательно осмотрел самолет.

Однако принимать поздравления было еще рановато. Через два года, все в том же Ле Бурже Ту-144 во время демонстрационного полета потерпел катастрофу. Погиб экипаж, в составе которого были командир летчик-испытатель М.В. Козлов, второй пилот В.М. Молчанов, бортинженер А.И. Дралин, штурман Г.Н. Баженов, инженер Б.А. Первухин. Вместе с ними в этом полете погиб заместитель главного конструктора В.Н. Бендеров.



Следственные действия, которые во Франции проводились с привлечением советских специалистов, ясных результатов не дали. Французы отмечали, что отказа технической части самолета не обнаружено. Было выдвинуто несколько версий причин катастрофы. Одна из них – кинокамера в кабине пилотов, которая при падении якобы могла заклинить штурвал управления.

Спустя четверть века в английской прессе появилось сообщение, что, вероятно, толчком для катастрофы послужило внезапное появление в зоне пилотирования Ту-144 французского истребителя «Мираж», у которого было задание сфотографировать на взлете работу дополнительных передних крылышек. Эти версии господствуют и поныне. Но ни одна из них не дает убедительного ответа на вопрос о подлинных причинах падения лайнера.

Много лет спустя Э.В. Елян написал: *«Эта катастрофа – горький пример того, как стечению мелких, на первый взгляд, незначительных небрежностей, в данном случае и со стороны французских служб управления полетами, привело к трагическим последствиям».*

Впрочем, катастрофа во французском небе не приостановила работы по доводке Ту-144. Подготовка лайнера для использования на пассажирских авиалиниях отменена не была. Однако до начала коммерческой эксплуатации самолета должно было пройти еще несколько лет.

В течение последующих нескольких лет на уже построенных образцах проводились летные испытания, доводка двигателей и других агрегатов. Самолет Ту-144 с бортовым № 77106 с 1975 г. начал перевозить по маршруту грузы и почту в Ташкент, Алматы и Баку.

При работе над проектом СПС советским специалистам пришлось впервые заняться внедрением новых технологий автоматизации управления, новых стандартов наземного обслуживания, контроля и ухода за ВПП.



Ту-144 на взлете

Характерной особенностью Ту-144 стала опускающаяся перед пилотской кабиной носовая часть фюзеляжа, которая обеспечивала обзор на больших углах атаки при взлете и посадке. Одно лишь это техническое решение делает несостоятельными утверждения о том, что советский Ту-144 был «списан» с европейского сверхзвукового конкурента – лайнера «Конкорд». Впрочем, шумиху, поднятую вокруг их схожести, все-таки не воспринимает ни кто из специалистов. На взгляд обычного пассажира, дозвуковые самолеты Туполева, Ильюшина, Антонова, Boeing и Airbus тоже подозрительно похожи. Лишь мелкие, недоступные взгляду неспециалиста «нюансы» – удлинение, стреловидность, профилировка «скрученности» крыла – обеспечивают разное техническое совершенство летательных аппаратов. Разумеется, отец и сын Туполевы, которые руководили работами по СПС, использовали доступную информацию от стартовавших раньше европейских коллег. Однако над своим планером в СССР работали вполне самостоятельно, проведя огромный объем расчетов и «обдув» в аэродинамических тру-

бах ЦАГИ десятки моделей, прежде чем нащупали оптимальную схему-«бесхвостку». Крыло с переменным углом стреловидности, состоящее из двух трапеций (как на «Конкорде»), позволяло придать самолету устойчивость и на дозвуковой скорости, и на сверхзвуке, а в переходном режиме балансировка обеспечивалась временной перекачкой топлива в бак, расположенный в задней части самолета. Доктор технических наук Анатолий Кошечев, принимавший непосредственное участие в создании «обводов» Ту-144, поясняет: «По направлению «Аэродинамика» были разработаны и реализованы несколько решений, обеспечивавших превосходство аэродинамического совершенства Ту-144 над «Конкордом». На пример, впервые использовалось крыло с несимметричным профилем, которое прежде считалось неэффективным для сверхзвукового полета. В результате по аэродинамической эффективности крыла Ту-144 на 5 % превосходил «Конкорд». Машины, построенные по классической схеме, для уменьшения взлетно-посадочной дистанции (ВПД) аэродрома используют механизацию крыла, закрылки и предкрылки. Создаваемый ими негативный пикирующий момент (стремление самолета «клюнуть» носом) парируется отклонением хвостового горизонтального оперения. Но у «бесхвостки» Ту-144 такого оперения нет. Поэтому туполевские конструкторы нашли уникальный механизм выдвижных «крылышек» в носовой части самолета, которые помогли сократить ВПД. За счет меньшей массы и удлиненного пробега «Конкорд» обошелся без сложных механизмов переднего оперения».

Последующие экземпляры Ту-144 дорабатывались, получали новые системы и даже двигатели. В отличие от британских Olympus 593, установленных на «Конкорде», разработанные для Ту-144 двухконтурные НК-144 практически все время перелета работали в режиме форсажа. Это позволило снизить температуру горения в камере, сделав двигатель легче и надежнее: часть топлива вырабатывалось уже за ее пределами. Но это же заставило разнести двигатели вдоль крыльев подальше от фюзеляжа, который перегревался от слишком мощного выброса раскаленных газов. А главное, форсаж привел к несуразному для гражданской машины расходу топлива: за каждый час работы четыре двигателя забирали по 10 тонн из баков в крыльях лайнера. Это означало серьезное ограничение в дальности. Но даже появление не требовавших форсажа турбореактивных РД-36-51А (устанавливались на поздние модификации Ту-144Д) ситуацию не переломило.

Подготовка производства Ту-144, а затем и серийный выпуск самолета были сопряжены и с множеством уникальных операций, выполнением сложнейших технических задач. Самолет собирался в большой спешке, власти страны не хотели допустить, чтобы первым в воздух поднялся сверхзвуковой пассажирский самолет не советского производства.

Так, зимой 1967 г. была проведена уникальная операция по доставке крыльев первого самолета из Воронежа в подмосковный Жуковский при помощи вертолета-крана Ми-10.

Гигантские крылья лайнера, изготовленные на Воронежском авиационном заводе, первоначально предполагалось доставить в Москву по рекам на специально оборудованных самоходных баржах. Однако лед на реках в начале 1967 г. стал очень рано, и доставка крыльев водным путем оказалась невозможна. Тогда-то и возникла идея использовать вертолет Ми-10, предназначенный для перевозки всевозможных негабаритных грузов.

Но треугольные крылья Ту-144 оказались слишком велики для вертолетной платформы. Их выступающие части, обдуваемые потоками воздуха от несущего винта, делали взлет Ми-10 весьма проблематичным. В Центральном аэрогидродинамическом институте были произведены расчеты, из которых следовало, что доставка таких крыльев по воздуху теоретически невозможна. Однако сроки сборки Ту-144 поджимали, и министр авиапрома СССР П.В. Дементьев, вопреки заключению ЦАГИ, обязал генерального конструктора М.Л. Миля направить в Воронеж вертолет Ми-10 с экипажем и группой инженеров для транспортировки крыльев в Жуковский.

Миль вызвал к себе летчика-испытателя КБ Миля В.П. Колошенко, объяснил всю сложность ситуации: хотя задание невыполнимо, но приказ есть приказ.

Эту необходимость в разговоре с летчиком впоследствии сам министр обосновал так: «Если мы задержимся еще дольше, то французы с англичанами на своем сверхзвуковом пассажирском самолете взлетят раньше нас, усилия тысяч авиационных специалистов пропадут втуне, пострадает авиационный престиж нашей страны». Не задержались. В результате совместных усилий тысяч людей наш сверхзвуковик совершил первый полет на три месяца раньше англо-французского «Конкорда».

Министр авиационной промышленности СССР П.В. Дементьев, узнав, что летчики отказались от платы за выполненную исключительно сложную работу, издал приказ, в котором каждому из них была объявлена благодарность с вручением денежной премии в размере трехсот рублей каждому, независимо от того, кто обеспечивал полет, а кто был лишь пассажиром. И вот, наконец-то, 01 ноября 1977 года в расписании аэропорта «Домодедово» добавились две строки:

- «Рейс № 499 – Москва – Алма-Ата, вылет 8 часов 30 минут»;
- «Рейс № 500 – Алма-Ата – Москва, вылет 14 часов».

Пассажирские рейсы на новом самолете из Домодедово в столицу Казахской ССР и обратно выполнялись один раз в неделю, а затем частота полетов была увеличена до двух раз в неделю.

Расстояние свыше 3200 км Ту-144 преодолевал в два раза быстрее обычных реактивных самолетов. Однако за скорость пассажирам приходилось доплачивать – если билет на обычный самолет стоил 62 р. 50 коп., то за полет на Ту-144 необходимо было заплатить дополнительно сбор «за скорость и комфорт» в размере 22 руб. Но услуга пользовалась популярностью, и билеты на самолет стали дефицитом.

Учитывая высоту самолета, для него был построен специальный трап, который, кстати, застрял во время первой посадки пассажиров в Домодедово. Не смотря на это, первый рейс прошел без приключений, и самолет приземлился в Алма-Ате спустя ровно три часа.

Один из рекламных буклетов тех лет давал потенциальным пассажирам информацию о «начинке» пассажирского салона лайнера. Пассажиры на самолете располагались в трех салонах. На самолете – два гардероба, четыре туалета, а также два буфета-кухни. Обеспечение пассажиров было на высоком уровне. Предлагали черную и красную икру, давали перед взлетом коньяк. Врачи считали, что спиртные напитки должны снимать психологический стресс у пассажиров.

Каждый пассажир в самолете считал себя чуть ли не космонавтом. Но это действительно в какой-то степени было так, сама обстановка способствовала такому ощущению. В Домодедове было отведено место с объявлением: «Идет посадка на первый в мире сверхзвуковой пассажирский лайнер», и – ковровая дорожка.

Впрочем, хотя у советского руководства и были грандиозные планы по использованию Ту-144 на международных рейсах, использование их так и ограничивалось маршрутом Москва – Алма-Ата.

Роковую роль в «карьере» первого в мире сверхзвукового пассажирского самолета сыграла вторая авария. 23 мая 1978 г. улучшенный опытный вариант самолета Ту-144Д, оснащенный усовершенствованными двигателями РД, совершил вынужденную посадку близ подмосковного Егорьевска по причине возгорания, вызванного разрушением одного из топливопроводов. Двое из семи находившихся на борту членов экипажа погибли. В итоге 01 июня 1978 г. руководство «Аэрофлота» приняло окончательное решение об отмене пассажирских рейсов Ту-144.

До момента прекращения регулярных перевозок экипажи «Аэрофлота» на Ту-144 выполнили 55 рейсов, в которых было перевезено 3284 человека. В дальнейшем Ту-144 летал уже без пассажиров. В 1979 г. на самолетах Ту-144Д был выполнен ряд грузовых рейсов в Хабаровск. Правда, в 1981–1982 гг. принимались решения о возобновлении пассажирских перевозок, но они так и остались на бумаге.

Самолеты Ту-144 до середины 90-х годов применялись для проведения различных испытаний, а также для исследований озонового слоя атмосферы Земли, солнечных затмений, фокусированного звукового удара. На Ту-144 тренировались космонавты, проходившие подготовку по программе «Буран».

В июле 1983 г. экипаж летчика-испытателя С.Т. Агапова на Ту-144Д установил 13 мировых авиационных рекордов, которые не побиты до сих пор. Опыт, полученный при создании Ту-144, был использован при разработке тяжелых сверхзвуковых самолетов Ту-22М и Ту-160.

Работа по Ту-144 стала крупнейшей и сложнейшей программой в истории отечественного самолетостроения. Конструкторскому бюро и авиационной промышленности удалось создать летательный аппарат мирового класса, по своим основным летно-техническим характеристикам не уступавший западному аналогу – «Конкорду». Полученный опыт во многом обеспечил успехи в создании многих последующих самолетов. Несмотря на то, что активные работы по Ту-144 в начале 1980-х годов свернули, это направление получило позднее развитие в проекте отечественного сверхзвукового пассажирского самолета второго поколения (СПС-2).

Да, судьба Ту-144 оценивается с диаметрально противоположных позиций. Ветераны авиационной задним числом оспаривают друг у друга первенство в реализации тех или иных технических новинок, заложенных в самолет, обвиняют конкурентов во всевозможных кознях. Достается и ро доначальникам Ту-144 – отцу и сыну, А.Н. и А.А. Туполевым.

Однако главное заключается в ином. Ту-144 закрепил приоритет нашей страны как родины первого в мире сверхзвукового пассажирского лайнера, открыв новую эпоху в мировой гражданской авиации. Его появление вывело отечественную авиационную промышленность на передовые позиции. Огромный технологический скачок совершили и смежные отрасли промышленности.

Кстати, то, что битву за сверхзвук выиграла наша страна, окончательно и бесспорно было доказано в девяностые годы прошлого века. С 1996 по 1999 гг. по контракту с НАСА Ту-144 совершал полеты в качестве летающей лаборатории для уточнения параметров, необходимых для создания американского сверхзвукового пассажирского самолета нового поколения. Характерная деталь: когда в гидросистему пропущенного в ангаре Ту-144 в присутствии специалистов из США подали давление, то шасси и другие агрегаты заработали сразу и безотказно.

#### **Список литературы:**

1. Пономарев А.Н. Советские авиационные конструкторы. – М. : Воениздат, 1977. – 278 с.
2. Виноградов Р.И. Развитие самолетов мира / Р.И. Виноградов, А.Н. Пономарев. – М. : Машиностроение, 1991. – 384 с.
3. Научно-популярный журнал «Гражданская авиация». – 2017. – № 6.
4. Цихош Э. Сверхзвуковые самолеты: Справочное руководство / Э. Цихош; Пер. польск. – М. : Мир, 1983. – 462 с.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИЙ В ВОПРОСАХ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ



ACTIVITIES OF ORGANIZATIONS IN MATTERS OF FLIGHT SAFETY

**Маркевич А.В.**

кандидат военных наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mark-eisk123@mail.ru

**Асадуллин Р.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
asad.rozit@yandex.ru

**Ширин В.В.**

кандидат военных наук,  
доцент,  
филиал ВУНЦ ВВС «ВВА», г. Челябинск  
VictorShirin@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлена система управления безопасностью полетов, которая охватывает организационные структуры, политику и процедуры организации. Рассматривается вопрос, что создаваемая система управления безопасностью полетов должна быть выполнена в соответствии с требованиями государства. Структура системы управления безопасностью полетов авиационной организации разработчиков и изготовителей ВС состоит из четырех компонентов.

**Ключевые слова:** система управления, мониторинг, безопасность полетов, фактор риска, обеспечение.

**Markevich A.V.**

PhD in Military Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
mark-eisk123@mail.ru

**Asadullin R.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
asad.rozit@yandex.ru

**Shirin V.V.**

PhD in Military Sciences,  
Associate Professor,  
branch VUNC VVS «VVA», Chelabinsk  
VictorShirin@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the safety management system, which covers the organizational structures, policies and procedures of the organization. The question is being considered that the created flight safety management system should be implemented in accordance with the requirements of the state. The structure of the flight safety management system of an aviation organization of aircraft developers and manufacturers consists of four components.

**Keywords:** control system, monitoring, flight safety, risk factor, provision.

Любая авиационная организация разработчиков и изготовителей воздушных судов (ВС) создается, прежде всего, для предоставления определенных требований и соответствующих услуг. Но вопросы безопасности полетов, тем не менее, все равно будут одной из первоочередных направлений деятельности этих организаций как побочный, но жизненно важный процесс. Следовательно, возникает необходимость в контроле и управлении безопасностью полетов, как основной из многих решаемых бизнес-функций, которая должна выполняться на таком же высоком уровне и с такой же степенью важности, как и другие решаемые сложные бизнес-функции, и она реализовывается с помощью специально созданной для этого управленческой системы – системы управления безопасностью полетов (СУБП).

Система управления безопасностью полетов охватывает организационные структуры, политику и процедуры организации. Смысл ее в том, что безопасность полетов обеспечивается через эмерджентность предлагаемой системы. Главная идея функционирования СУБП – это создание четко определенной политики и культуры в области безопасности полетов в организации. Эта идея также подкреплена философией взаимной ответственности и обязанности, вместо того, чтобы положиться исключительно на соответствие установленным требованиям.

Но СУБП, не является технологией, которую организация может приобрести как готовый продукт для внедрения на своем производстве услуг. Данная система требует личной работы руководителя организации, и работы под его контролем назначенного непосредственно им персонала. И поскольку каждой организации присущи, наряду с типовыми процедурами для всех в данной области деятельности, только свои индиви-

дуальные внутренние процедуры, то и СУБП необходима сугубо индивидуальная. Следовательно, создание этой системы будет делом каждой отдельно взятой организации имеющей свой, определенный для себя курс в безопасность полетов. Исходя из этого, можно определить СУБП как управленческий инструмент для управления отдельно взятой организацией своей безопасностью полетов.

Необходимо учитывать, что создаваемая СУБП должна быть выполнена в соответствии с требованиями государства и как минимум:

- а) определять основные факторы опасности для безопасности полетов;
- б) обеспечивать своевременное принятие решений, которые необходимы для поддержания требуемых показателей для безопасности полетов;
- в) обеспечивать постоянный контроль и регулярный анализ показателей безопасности полетов [1].

Структура СУБП авиационной организации разработчиков и изготовителей ВС состоит из четырех компонентов.

#### 1. Политика и цели в области безопасности полетов

Политика в области безопасности полетов должна проложить свой курс в безопасность полетов при выполнении организацией своих задач, наметить образ действий, определить свои намерения и цели. Кроме того выбрать пути достижения этих целей и определить необходимые для этого мероприятия. Лидирующая роль в определении политики организации в области безопасности полетов, несомненно, принадлежит руководству, но немаловажно учитывать и мнение ведущих сотрудников работающих на ключевых направлениях безопасности полетов. Политика и цели безопасности полетов организации должны быть доведены до всего персонала организации, что будет являться гарантией культуры безопасности присущей данной организации.

Любая система должна работать эффективно иначе в ней не будет нужды. Для эффективной работы СУБП организации ее руководителю необходимо:

- а) сформулировать политику в области безопасности полетов и утвердить документ ее отражающий, а так же предусматривающий ее пропаганду и корректировку в целях поддержания актуальности;
- б) утвердить план реализации СУБП с учетом решаемых функций, уровня и сложности организации и стоящих перед нею задач;
- в) утвердить документ регламентирующий процесс выявления опасных факторов в деятельности организации;
- г) выстроить определенную структуру управления компании с учетом внедрения в нее СУБП параллельно и во взаимодействии с системой управления качеством (СУК);
- д) определить обязанности и ответственность руководящего персонала организации и утвердить их официальным документом.

Для проведения политики безопасности полетов организации, ее популяризации и разъяснения персоналу, ведения документации по безопасности полетов и функционирования СУБП в целом необходимо:

- а) назначить ответственного руководителя (заместителя по безопасности полетов), который, будет брать на себя окончательную ответственность за качественную реализацию и поддержание функционирования СУБП;
- б) обеспечить подконтрольность финансовых и людских ресурсов ответственному руководителю для реализации и поддержания функционирования СУБП;
- в) назначить сферы ответственности всего руководящего состава, независимо от других задач, а также всех сотрудников в отношении работоспособности СУБП по обеспечению требований безопасности полетов;
- г) утвердить документы, содержащие обязанности, области ответственности и полномочия в области безопасности полетов;
- д) определить руководящий персонал с правом принимать решение относительно допустимости рискованных действий для безопасности полетов организации;

Для разработки, администрирования и обеспечения функционирования эффективной системы безопасности полетов организации необходима фигура имеющая необходимый вес при решении вопросов безопасности полетов и давать право непосред-

ственно выходить на руководителя организации. Такой фигурой должен стать заместитель руководителя организации по безопасности полетов, работа которого не должна зависеть от других руководителей организации.

Кандидат на данную должность может рассматриваться через призму следующих требований:

- а) наличие управленческих знаний умений и навыков;
- б) наличие технического образования и опыта работы в данной или подобной по функционированию организации, компьютерная грамотность;
- в) наличие организаторской культуры и культуры делопроизводства;
- г) способность и навыки решать производственные вопросы в условиях меняющихся обстоятельств и ситуаций;
- д) аналитические навыки, умение разрабатывать документы организовывать и контролировать их выполнение;
- е) глубокие знания принципов и практики управления безопасностью полетов;
- ж) умение строить правильные взаимоотношения с персоналом как внутри, так и вне организации;
- з) обладание тактом, дипломатичностью и высокой порядочностью.

В процессе функционирования организации могут (с большой степенью вероятности) возникнуть ситуации, приведшие к аварии, несчастному случаю или другому незапланированному чрезвычайному событию внутри самой организации или во взаимодействующей организации. Для непрерывного и бесперебойного функционирования, организация должна выработать определенный план действий в нестандартной обстановке ПДАО. Этот план должен обеспечить упорядоченный и действенный переход от штатных процессов к аварийным, и обратно, а также включать основные действия на случай аварийной обстановки и во взаимодействующих в ходе предоставления своих услуг организаций. План должен включать основную часть СУБП и соответствовать уровню, характеру и сложности деятельности организации.

Документация по безопасности полетов может вестись как в физической, так и в электронной форме и должна отвечать требованиям:

- возможность использования для технической поддержки соответствия требованиям системы управления безопасностью и целям обеспечения безопасности.
- все процессы и процедуры, содержащиеся в документации, должны иметь конкретное должностное лицо, на которое возложена ответственность и даны полномочия управлять этими процессами;
- доступность соответствующей документации в местах ее использования;
- исключение возможности использования устаревших документов;
- содержание документации в упорядоченном состоянии с возможностью ее классификации по наименованию, тематике, периодике, датированию и т.п.;
- соответствие утвержденным образцам, правилам и требованиям оформления;
- в документацию СУБП в обязательном порядке должны быть отражены по мере необходимости все основные и применяемые национальные и международные нормативные акты и документы или на них должны быть сделаны ссылки.

## 2. Управление факторами риска для безопасности полетов

Каждая организация разработчиков и изготовителей ВС разрабатывает документ регламентирующий процесс выявления опасных факторов в организации. Этот документ должен идентифицировать опасности и контролировать риски в ходе рабочих процессов в организации.

Процесс выявления опасности является регламентированным средством сбора, учета, анализа, а также выработки профилактических мероприятий, которые непосредственно отражаются на безопасности производственной деятельности организации. Выявление аварийных ситуаций является непрерывным процессом. Действия, связанные с выявлением опасностей, должны использоваться во всех структурных подразделениях организации на основе полученных данных, как по реагирующим, так и по превентивным методам. Реагирующий метод предусматривает получение сведений и информации об ошибках, происшествиях и других событиях способных повлиять на без-

опасность полетов. Превентивный метод это добровольные сообщения, конфиденциальные сообщения, а так же анализ, проверки и оценки качества состояния безопасности полетов [2]. Одним из эффективных средств определения опасностей возможны совместные совещания специалистов различных областей, проведение опросов персонала и семинарские занятия по безопасности полетов.

Все выявленные факторы опасности должны быть разбиты на группы: естественные, технические, экономические и задокументированы.

Процедуры оценки и снижение опасностей предусматривают исследования, устранение или снижение риска, угрожающего организации, до оптимального уровня. Определив фактор опасности необходимо провести его анализ.

Анализ должен быть направлен на выявление: вероятности ущерба; серьезности ущерба; допустимости ущерба.

Вероятность и серьезность могут быть выражены в количественном или качественном виде, однако, наилучшей практикой является использование количественных методов везде, где это возможно. Если нет возможности использовать количественные методы, то организации, как правило, начинают с количественных оценок, основанных на качественном суждении. Это дает возможность организации со временем продвигаться в направлении количественных методов анализа. Для того чтобы установить измеримую величину вероятности и серьезности аварийных ситуаций, связанных с идентифицированными опасностями, присваиваются численные значения. Оба этих значения увеличивают объективность анализа рисков и позволяют располагать по приоритетам те риски, которые являются самыми неотложными.

### 3. Обеспечение безопасности полетов

Для выдерживания курса организации в безопасности полетов в соответствии с ее политикой необходим постоянный мониторинг и измерение показателей эффективности для обеспечения безопасности полетов. Для этого необходимо:

- а) проводить анализ и составлять отчеты по безопасности полетов с документально определенной периодичностью;
- б) выявлять проблемы в обеспечении безопасности полетов и находить пути их устранения;
- в) проводить анализ возникающих тенденций безопасности полетов;
- г) проводить инспекторские проверки безопасности полетов, с целью анализа эффективности созданной СУБП по всем компонентам;

Организации необходимо разработать и осуществлять официальный процесс, управления изменениями в области безопасности полетов который должен:

- выявлять изменения в организации, которые могут повлиять на сложившиеся процессы и услуги;
- разрабатывать мероприятия для обеспечения эффективности безопасности полетов, прежде чем реализовать изменения;
- устранять или модифицировать средства контроля факторов риска для безопасности полетов, в которых больше нет необходимости ввиду изменений в производственной среде.

После того как процесс управления рисками налажен, организация обязана позаботиться о том, чтобы он постоянно использовался и сохранял свою эффективность в случае изменения ситуации. Здесь как раз и предусматривается использование концепции и процессов управления качеством для поддержания качества безопасности полетов.

Процесс поддержания эффективности СУБП подразумевает:

- а) выявление проблем и их влияние на функционирование СУБП;
- б) выработку мероприятий по устранению выявленных проблем и их осуществление с обязательным документированием;

Поддержание эффективности СУБП обеспечивается:

- а) контролем эффективности выполненных мероприятий по устранению проблем путем проверок безопасности полетов;
- б) индивидуальной оценкой выполнения своих обязанностей по обеспечению безопасности полетов отдельными сотрудниками;
- в) анализ эффективности системы управления по снижению рисков в целом.



4. Пропагандирование безопасности полетов.

Руководству организации необходимо постоянно добиваться повышения уровня культуры безопасности полетов путем доведения до всего персонала:

- 1) политики организации в области обеспечения безопасности полетов;
- 2) намерений в приверженности и осуществления выбранной политики;
- 3) индивидуальных обязанностей в области безопасности полетов;
- 4) подробной информации о состоянии безопасности полетов внутри организации, вне ее и мероприятиях по функционированию СУБП;
- 5) намерений руководства неотступно следовать принципу конфиденциальности добровольных сообщений.

Каждой организации необходимо разработать программу подготовки своих кадров в области безопасности полетов, которая обеспечит их подготовку и квалификацию для выполнения обязанностей в рамках СУБП.

Объем подготовки в области безопасности полетов должен соответствовать индивидуальной роли сотрудника в обеспечении функционирования СУБП.

Подготовка в области безопасности полетов может осуществляться на курсах организуемых как внутри организации, так и вне ее, а так же методом самостоятельной подготовки.

Организации необходимо наладить процесс информирования в области безопасности полетов, являющийся основой развития культуры безопасности полетов.

Данный процесс позволит всему персоналу постоянно владеть актуальными на настоящее время сведениями:

- об изменениях в политике организации по безопасности полетов с целью ее актуализации;
- о функционировании СУБП;
- о состоянии безопасности полетов в своей и взаимодействующих организациях;
- о проводимых мероприятиях в области безопасности полетов.

Таким образом, безопасность полетов в любой организации является одной из первоочередных направлений деятельности и жизненно важным процессом. Мы признаем необходимость в управлении безопасностью полетов, как еще одной из основных управленческих функций, которая должна рассматриваться на таком же уровне и с такой же степенью важности, как и другие основные управленческие функции.

**Список литературы:**

1. Маркевич А.В. К вопросу о развитии современной авиационной техники / А.В. Маркевич, В.П. Швыдков, Н.М. Тимербаев // XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященная 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ, 2021. – С. 46–50.
2. Неижмак А.Н. Анализ авиационных событий в государственной авиации первой половины 2014 года / А.Н. Неижмак, Г.А. Красотский, В.Г. Ехлик // Журнал Россия. Курсант. Самолет №3 Ежегодный научно-практический журнал военно-научного общества курсантов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2017. – С. 9–11.
3. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.

УДК 004.92

**РАЗЛИЧНЫЕ АСПЕКТЫ ПОЭТАПНОГО ПЕРЕХОДА НА ОБУЧЕНИЕ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»  
В РАМКАХ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**



**VARIOUS ASPECTS OF PHASED TRANSITION TO TRAINING WITH APPLYING  
INFORMATION TECHNOLOGIES ON SUBJECT «DESCRIPTIVE GEOMETRY  
AND ENGINEERING GRAPHICS» WITHIN PEDAGOGICAL EXPERIMENT**

**Коссой В.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kossoy2007@yandex.ru

**Нефедовский В.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
victor\_anna@mail.ru

**Букаткин Р.Н.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
pcls@bk.ru

**Степанова М.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvs4967@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются подходы к реализации поэтапного перехода на обучение с применением информационных технологий по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика», предполагающего использование прикладного графического пакета «КОМПАС-3D», в рамках педагогического эксперимента, проводимого на кафедре в Краснодарском ВВАУЛ. Статья построена по принципу: вопрос – ответ.

**Ключевые слова:** информационные технологии, компьютерное моделирование, графический пакет, КОМПАС-3D, локальная вычислительная сеть, педагогический эксперимент.

**Kossoy V.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
Kossoy2007@yandex.ru

**Nefedovsky V.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
victor\_anna@mail.ru

**Bukatkin R.N.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
pcls@bk.ru

**Stepanova M.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
mvs4967@mail.ru

**Abstract.** The article discusses approaches to the implementation of a phased transition to training using information technology in the discipline «Descriptive geometry and engineering graphics», involving the use of the applied graphics package «KOMPAS-3D», as part of a pedagogical experiment conducted at the department in the Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots. The article is based on the principle: question – answer.

**Keywords:** information technologies, computer modeling, graphics package, KOMPAS-3D, local area network, pedagogical experiment.

Основными целями дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» являются задачи развития пространственного мышления, воображения, зрительной памяти как составных частей профессионально-важных качеств будущего летчика. Основными способами достижения данных целей является решение прямых и обратных задач. При решении прямых задач осуществляются преобразования плоского изображения объекта на чертеже в пространственную модель (2D→3D), а при решении обратной задачи – наоборот (3D→2D). Другой, не менее важной задачей, является приобретение умений чтения чертежей, что является необходимым условием успешного изучения конструкции авиационной техники.

Специализированные прикладные графические пакеты (или системы автоматизированного проектирования, САПР) позволяют разрабатывать как двумерные чертежи,

так и сложные трехмерные объекты, которые можно преобразовать в двумерные чертежи. То есть, они позволяют решать обе задачи, стоящие перед дисциплиной.

ФГОС по специальности 25.05.04 «Летная эксплуатация и применение авиационных комплексов» предусматривает реализацию общепрофессиональной компетенции «Способен осваивать и применять современные информационные технологии и программно-технические средства, соблюдать основные требования информационной безопасности» [1]. В результате обучения курсанты должны знать основные способы получения и редактирования изображений с помощью прикладного графического пакета (компьютерных технологий) и уметь использовать персональный компьютер и прикладной графический пакет для построения различных видов чертежей и технической документации. Реализация этой компетенции частично возлагается на дисциплину «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Данной проблематике посвящено множество научных статей, которые рассматривают как научные, так и различные практические аспекты перехода на компьютерные технологии, например [3], [4], [5], [6]. Эти публикации способны помочь при переходе на обучение с использованием информационных технологий (далее компьютерное обучение), но полностью не раскрывают пути решения возникающих проблем и не могут учесть местную специфику отдельно взятого вуза и кафедры. В связи с этим, появилась необходимость разработки методики поэтапного перехода на компьютерное обучение, организации и методики проведения занятий и самостоятельной подготовки курсантов с использованием компьютерной техники в КВВАУЛ при изучении дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика». Сам поэтапный переход на компьютерное обучение планируется осуществить в рамках педагогического эксперимента (далее ПЭ). При разработке программы ПЭ возник целый спектр различных вопросов и задач, подходы к решению которых и рассматриваются в данной статье. Статья построена по принципу: вопрос – ответ.

#### 1. Какой графический пакет использовать?

Основными критериями для выбора программного продукта стали требования, предъявляемые к программе на основе планируемых конечных результатов обучения:

- возможность 2D и 3D моделирования отдельных объектов и небольших сборок;
- возможность параметрического моделирования;
- простота освоения;
- поддержка российских и мировых стандартов разрабатываемой документации;
- наличие встроенных в систему программ, позволяющих вести различные расчеты на основе построенных моделей;
- наличие библиотек с типовыми изделиями, материалами и т.д.;
- возможность работы без наличия интернета;
- отечественный разработчик и хорошая техническая поддержка и др.

В результате анализа различных программных продуктов, таких как *Autocad*, *TFlex*, *NanoCad*, *Компас-3D* была выбрана программа «КОМПАС-3D» от российской компании «Аскон», которая наиболее полно отвечает предъявляемым требованиям. Для обучения с использованием компьютеров была приобретена лицензия на учебный комплект «КОМПАС-3D» v20 на 50 мест: «Проектирование и конструирование в машиностроении, лицензия». Принцип работы лицензии программы следующий: на сервер локальной вычислительной сети (ЛВС) устанавливается сетевая лицензия программы «КОМПАС-3D», которая раздается пользователям в данной ЛВС (не более 50 одновременно).

#### 2. Какая материально-техническая база нужна для обучения в «КОМПАС-3D»?

Исходя из особенностей работы лицензии «КОМПАС-3D» обучение возможно только в аудиториях с рабочими местами, подключенными к ЛВС с сервером лицензий на компьютерах, отвечающих требованиям для работы с программой.

Программа «КОМПАС-3D» предназначена для использования на персональных компьютерах, работающих под управлением русскоязычных (локализованных) либо

корректно русифицированных 64-разрядных версий операционных систем, обновленных до актуального состояния: MS Windows 11, MS Windows 10, MS Windows 8.1, MS Windows 7 SP1 (поддержка ограничена). На компьютере должен быть установлен Microsoft .NET Framework версии 4.8 или выше.

Для обучения в программе «КОМПАС-3D» на кафедре имеются 60 ноутбуков, отвечающих вышеперечисленным требованиям. Кроме того, на кафедре развернута своя ЛВС, локализованная во всех помещениях кафедры и имеющая соединение с ЛВС училища. Для проведения занятий подготовлены две аудитории с 15 рабочими местами в каждой. Работоспособность всех компонентов материально-технической базы были протестированы в ходе проведения занятий с курсантами ИВС летом 2022 года.

Объем имеющихся рабочих мест позволяет одновременно проводить занятия с одной учебной группой, разделенной на 2 подгруппы по 15 человек.

### 3. Кто и с кем будет проводить занятия?

Педагогический эксперимент предполагает поэтапный переход на обучение с использованием компьютеров и растянут на 3 года. В первый год ПЭ занятия будут проводить 4 преподавателя (авторы статьи), имеющих достаточный опыт работы в программе «КОМПАС-3D» в двух учебных группах, с последующим расширением количества участников: групп до 8, а преподавателей до штатной численности.

Учитывая тот факт, что все преподаватели осваивали приемы работы в «КОМПАС-3D» самостоятельно, требуется предусмотреть переподготовку преподавателей с получением соответствующих сертификатов по обладанию навыками самостоятельной работы и консультированию третьих лиц по машиностроительному проектированию в программном обеспечении АСКОН КОМПАС-3D v.20.

### 4. Какие информационные ресурсы будут задействованы на занятиях?

Поэтапный отказ от бумажных носителей предполагает широкое задействование различных информационных ресурсов, в качестве которых авторы рассматривают:

- программу «КОМПАС-3D» не только как инструмент, но и как справочную систему с наличием большого количества библиотек материалов, узлов, механизмов, стандартных изделий и собственной системой обучающих материалов (рис. 1);
- презентации к занятиям, разработанные преподавателями;
- электронные учебники по дисциплине, как разработанные на кафедре, так и находящиеся в информационной образовательной среде (ИОС) КВВАУЛ;
- систему тестирования – набор различных тестов, как в электронном, так и в бумажном виде;
- видеоматериалы по различным аспектам работы в среде «КОМПАС-3D» и др.

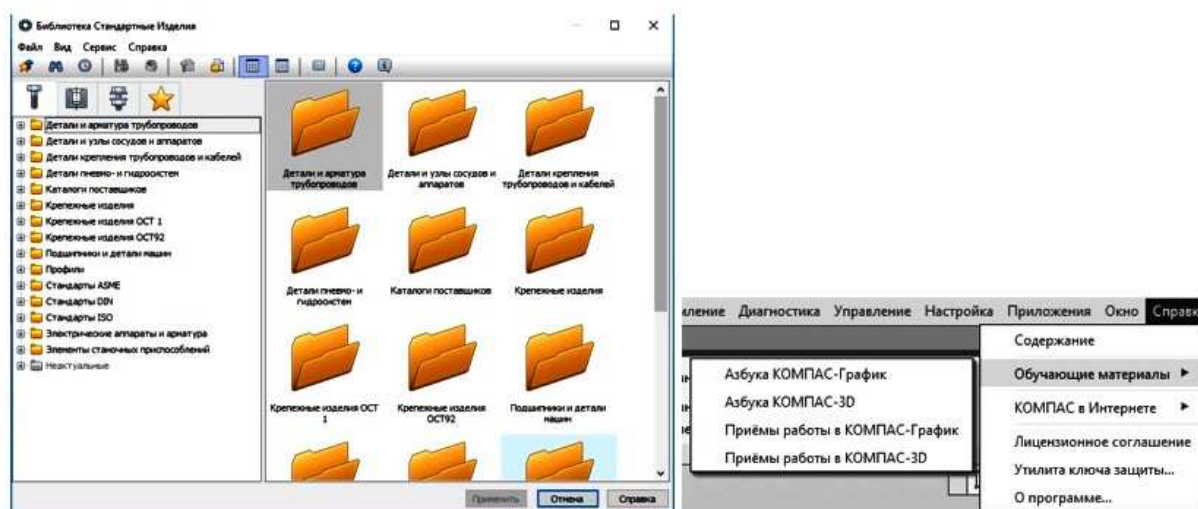


Рисунок 1

5. Как будет обеспечена индивидуальная среда пользователя?

К организации рабочего пространства пользователя предъявляются следующие требования:

- индивидуальная авторизация в сети;
- сохранение индивидуальных настроек интерфейса независимо от рабочего места;
- хранение рабочих файлов в строго определенном месте сетевого пространства с ограничением доступа для других пользователей, не являющимися администраторами сети (преподавателями);
- организация доступа к общим ресурсам с правами «только чтение и копирование»;
- обеспечение доступа к сетевым устройствам печати.

Реализация перечисленных выше требований обеспечивается настройкой групповой политики сервера кафедры, работающего под управлением операционной системы Windows Server и администрированием сетевого накопителя, установленного в ЛВС кафедры.

Для того, чтобы не пришлось менять сетевые настройки каждый учебный год, логин пользователя привязывается к учебной группе максимальной численностью 31 человек и имеет вид: 101\_01, 101\_02, 101\_03, ... , 101\_31, 102\_01, ... и т.д. Каждому пользователю назначается пароль для входа в систему.

На сетевом накопителе организуются папки пользователей по их логину и распределяются права доступа. Полный доступ к своей папке имеет право сам пользователь и администраторы сети (преподаватели). Также на сетевом накопителе организуется папка ИОС кафедры, где выкладываются электронные учебники и учебные пособия в электронном виде, материалы тестов, презентации, видео и другие обучающие ресурсы. Доступ к этой папке для пользователей организуется с правами «только чтение и копирование» без возможности сохранения. Для преподавателей обеспечивается полный доступ для размещения контрольных и обучающих материалов.

Для доступа обучающегося к своей папке после включения компьютера, в системе организуется автоматический вывод ярлыка на рабочий стол «Личная папка», связанного с конкретной сетевой папкой пользователя в зависимости от логина при входе в систему и ярлыка «ИОС кафедры». Дальнейшую организацию файлового пространства в своей папке пользователь осуществляет сам с привязкой к конкретным практическим занятиям.

Кроме того, пользователь может настроить под себя рабочий стол в системе Windows и данные настройки сохранятся при смене рабочего места.

Перед началом занятия преподаватель формирует в папке ИОС на сервере все материалы к занятию, а пользователи в начале занятия копируют необходимые материалы в свою папку или используют ресурсы непосредственно с папки «ИОС кафедры».

Для печати расчетно-графических работ (далее РГР) и других материалов, в ЛВС устанавливается сетевой принтер, который настраивается для всех обучающихся как принтер по умолчанию.

6. Как обеспечить самостоятельную работу курсантов в часы самоподготовки?

Для обеспечения доступа курсантов к компьютерам в часы самоподготовки для выполнения РГР и подготовки к занятиям, в двух аудиториях кафедры с доступом к ЛВС устанавливаются 20–30 рабочих мест. Для непосредственного руководства процессом в этих аудиториях дежурят по одному сотруднику кафедры. Курсант, пришедший на самостоятельную подготовку, записывается в журнал с указанием номера группы, своей фамилии, логина для входа в систему, номера рабочего места и времени начала работы. Дежурный сотрудник должен проконтролировать соответствие вводимой в компьютер информации с данными, записанными в журнале, чтобы предотвратить несанкционированный вход в систему под чужим логином. В дальнейшем процесс контроля и учета наработки пользователей предполагается автоматизировать с помощью различных утилит.

По окончании работы курсант выходит из системы, а дежурный сотрудник фиксирует время завершения работы в журнале.

7. Как преподавателю проводить занятия с использованием цифровых технологий?

В целом методика проведения занятий при компьютерном обучении сохраняется, но имеет ряд особенностей. Во-первых, курсанты делают минимальное количество записей в конспектах. Решение задач, проведение летучек и тестирований должно максимально осуществляться на компьютерах. Во-вторых, особое внимание необходимо уделять вопросу подготовки курсантов к каждому конкретному занятию. Для этого перед каждым занятием курсантам необходимо выдавать задания на практическое занятие, где будут отражены конкретные вопросы и задания, которые он должен отработать до занятий. В-третьих, выполнение РГР должно осуществляться на самом занятии, так как при увеличении количества обучаемых материально-технической базы кафедры не хватит для приема всех курсантов в часы самоподготовки.

Таким образом, структура каждого 4-х часового занятия, по мнению авторов, будет иметь следующий вид:

- вводная часть – 10 минут с учетом доклада, включения компьютеров, входа в систему;
- контроль усвоения пройденного материала – 20–30 минут в зависимости от сложности тестирующего материала;
- рассмотрение нового материала и решение задач – 50–80 минут;
- выполнение РГР – 50–80 минут;
- заключительная часть – 10 минут с учетом выключения компьютеров.

Кроме того, преподавателю в свободное от занятий время, необходимо организовать проверку выполняемых работ обучающихся. Ошибки, выявленные при этом, нужно сформировать в виде электронного документа с соответствующими записями или заранее обговоренными знаками в непосредственно выполняемом файле (например, знак – ? или – !!! ( что обозначает – обратить внимание и выявить недочеты).

8. Что делать, если выключили свет, или по другим причинам отсутствует возможность работы с компьютерами?

На каждое практическое занятие должен быть подготовлен альтернативный вариант проведения занятий без использования компьютера в виде блока теоретических составляющих, а также блока заданий на бумажном носителе, по тематике учебного занятия.

9. Как оценить эффективность перехода на компьютерное обучение?

При проведении ПЭ эффективность будет оцениваться в виде сравнения среднего балла промежуточной аттестации экспериментальных групп по сравнению с контрольными группами, изучающими дисциплину по традиционной схеме.

10. Какие перспективы дает переход на освоение компьютерного моделирования?

Можно предположить, что одним из результатов педагогического эксперимента по переходу на компьютерное обучение будет недостаточное количество времени на освоение программы «КОМПАС-3D» до уровня уверенного пользователя. В рамках эксперимента для освоения навыков работы с программой предусматривается 34 часа занятий под руководством преподавателя в разделе «Инженерная графика». Поэтому в дальнейшем можно пересмотреть подходы к изучению дисциплины и начинать использование программы уже в разделе «Начертательная геометрия».

При успешном овладении курсантами программы по созданию 3D моделей и технической документации в рамках изучения дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика», полученные навыки работы могут быть применены в следующих областях:

- при решении различных задач в рамках изучения других дисциплин;
- при моделировании объектов авиационной техники;
- при наличии 3D принтера для разработки моделей самолётов, отдельных узлов и агрегатов в качестве наглядных пособий и объектов для проведения экспериментов;

– в рамках военно-научной работы при решении научных задач. Для этих целей в программе «КОМПАС-3D» имеются [2]:

- Приложение APM FEM, предназначенное для выполнения экспресс-расчетов твердотельных объектов в системе «КОМПАС-3D», и визуализации результатов этих расчетов. Это приложение позволяет смоделировать твердотельный объект и комплексно проанализировать поведение расчётной модели при различных воздействиях с точки зрения статики, собственных частот, устойчивости и теплового нагружения;

- Приложение KompasFlow, предназначенное для проведения в «КОМПАС-3D» экспресс-анализа аэрогидродинамики проектируемого изделия. KompasFlow позволяет моделировать.

Течение однокомпонентного газа (сверхзвуковое и дозвуковое течение, сжимаемые и несжимаемые среды):

- расчет аэродинамического сопротивления автомобиля, подъемной силы крыла;
- течение в вентиляционных каналах и сквозь вентиляционные решетки, расчет потерь;

- циркуляция воздуха в помещениях, кабинах;
- расчет ветровой нагрузки на конструкции и постройки.

Течение жидкости:

- расчет гидродинамических потерь в трубах и запорной арматуре;
- расчет гидравлических потерь в жидкостных теплообменниках.

Теплопроводность и естественную конвекцию с учетом радиационного теплообмена:

- моделирование отвода тепла в теплообменниках;
- моделирование вентиляции, охлаждение и прогрев помещений и кабин;
- анализ эффективности охлаждения электротехники.

#### **Выводы.**

Рассмотренные в статье вопросы и подходы к их решению, возникшие при планировании ПЭ по переходу на обучение с использованием компьютеров, лишь частично показывают то многообразие задач, которые необходимо решить. Этот круг рассмотренных вопросов далеко не полный и не касался методики проведения отдельных видов занятий и рассмотрения отдельных вопросов занятия. В процессе проведения ПЭ авторы планируют рассмотреть эти вопросы в других публикациях.

#### **Список литературы:**

1. ФГОС ВО – специалитет по специальности 25.05.04 «Летная эксплуатация и применение авиационных комплексов». – URL : <https://fgos.ru/fgos/fgos-25-05-04-letnaya-ekspluatatsiya-i-primeneniye-aviacionnyh-kompleksov-1083>
2. Продукты «КОМПАС-3D». – URL : <https://ascon.ru/products/7/review>
3. Вербицкий А.А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы / А.А. Вербицкий // Электронный научно-публицистический журнал «Homo Cyberus». – 2019. – № 1(6). – URL : [http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy\\_AA\\_1\\_2019](http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019)
4. Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции 24 апреля 2020 года. Брест, Республика Беларусь; Новосибирск, Российская Федерация / Отв. ред. О.А. Акулова. – Брест : БрГТУ, 2020. – 272 с.
5. Гузненков В.Н. Использование цифровых технологий на кафедре инженерной графики МГТУ им. Н.Э. Баумана / В.Н. Гузненков // Научный журнал «Научное обозрение. Педагогические науки». – 2020. – № 2; – М. : НИЦ «Академия Естествознания». – С. 10–14.
6. Анамова Р.Р. Методики и средства обучения для дистанционных занятий по геометрографическим дисциплинам / Р.Р. Анамова, Г.К. Хотина // Общероссийский научно-педагогический журнал «Наука и школа». – М. : Московский педагогический государственный университет, 2021. – № 3. – С. 137–153.

УДК 378.147

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ  
В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ**



**ANALYSIS OF THE STATE OF STUDYING THE PROBLEM  
OF FORMATION OF ECONOMIC CULTURE OF STUDENTS  
IN A GENERAL EDUCATION INSTITUTION**

**Захаренко Г.И.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
zgi3791@rambler.ru

**Захаренко С.Г.**

студентка,  
Кубанский государственный  
аграрный университет  
SvetlanaZG06@yandex.ru

**Гордиенко С.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Аннотация.** В статье проведено исследование состояния изучения проблемы формирования экономической культуры учащихся в общеобразовательном учреждении.

**Ключевые слова:** экономическая культура, учащиеся, проблема.

**Zakharenko G.I.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
zgi3791@rambler.ru

**Zakharenko S.G.**

Student,  
Kuban State Agricultural University  
SvetlanaZG06@yandex.ru

**Gordienko S.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
gordi.serhio2013@yandex.ru

**Abstract.** In the article examines the state of the study of the problem of the formation of economic culture of students in a general education institution.

**Keywords:** economic culture, students, problem.

**В** связи с коренными изменениями экономического характера в современном обществе, сложившимися рыночными отношениями, которые определяют интерес к овладению основами современных экономических знаний и к познанию экономики как науки, возникла объективная потребность в организации экономического обучения и воспитания в общеобразовательной школе. В последние годы в российской школе интенсивно используются новые образовательно-воспитательные технологии, рассматриваются инновационные подходы к осуществлению образовательной и воспитательной работы.

В период усложнения общественной жизни, когда наша страна вступает в новые экономические отношения, первостепенное значение приобретают проблемы культуры, духовного и нравственного возрождения человека и страны в целом. Без такого возрождения общество не может стать цивилизованным, даже при условии успешного преодоления экономического и политического кризиса.

Для производства большего количества материальных и духовных благ обществу необходимы высокий уровень согласованности действий всех экономических индивидуумов, общие мотивы деятельности. Этим обусловлена необходимость формирования экономической культуры учащихся.

Американский экономист Т. Шульц еще полвека назад опубликовал материалы экономических исследований, удостоенных Нобелевской премии. Согласно Т. Шульцу, каждый условный доллар, вложенный человечеством в собственно экономику вырастает до 4,5 долларов. А рубль, вложенный в образование и профтехобучение, вырастает



тает до 14 долларов. То есть капиталовложения в образование в 3 раза выгоднее, чем вложения в «чистую» экономику. По отечественным данным, каждый рубль, вложенный в систему образования, дает 5,3 рубля экономической отдачи (В.С. Кукушин, 2006) [1].

Известный отечественный педагог В.С. Кукушин (2006) [1] в подтверждение важности экономического образования и воспитания приводит данные о результатах различных социологических исследований в промышленных городах России. В ходе их доказано, что даже школьная экономическая подготовка положительно влияет на качественные результаты труда. Анкетным опросом было установлено, что средний тарифный разряд у рабочих, имеющих среднее образование, равен 4,8; 5–8-классное – 3,5; 4-классное – менее 3,2. Соответственно выразилось и время, необходимое для получения высшего разряда: 5, 8–9 и 9–10 лет. Сказались и показатели выполнения норм выработки: 110–115, 100–105, 90–100 %. На крупных предприятиях г. Электросталь Московской области рабочие, прошедшие экономический всеобуч, выпускают продукции на 15–20 % больше тех, кто не посещал его. В Белоруссии производительность труда лиц, прошедших курсы основ экономических знаний, на 5–6 % выше, чем у тех, кто не изучал основ экономики (Кукушин, 2006, с. 118) [1].

Все это убеждает нас в том, что экономическое образование и воспитание, имеющие своей основной целью формирование экономической культуры личности, в условиях современного общества стали объективной необходимостью.

Экономическая культура присуща каждому из элементов экономической системы, всем видам, способам и формам экономической деятельности общества, коллектива, отдельного работника. Экономическая культура является синтезом материального и духовного, она формирует и образа жизни современного общества.

В основе феномена экономической культуры лежат понятия экономики и культуры в целом.

Слово «экономика» происходит от греческого «ойкос» – жилище, «номос» – означает «управлять». То есть экономика – это умение вести дом.

Как наука экономика – это область знаний, изучающая экономического человека, его действия и интересы. Она призвана определять, как максимально эффективно использовать ограниченные ресурсы – природные запасы, капиталы, трудовые резервы.

Подобно всем другим отраслям знаний экономика включает набор аксиом и доказательств, пригодных для анализа в любых конкретных условиях. Экономика как наука не может быть национальной так же, как не может существовать американской физики или немецкой математики. Цены товаров повсюду определяются соотношением спроса и предложения. С ростом дохода происходят уменьшение потребляемой его части и возрастание – накапливаемой.

Но у экономики есть принципиальное отличие от точных и естественных наук: она имеет дело не с отдельным человеком на необитаемом острове, а с членом общества, подверженным воздействию традиций, национального менталитета, политических институтов и пристрастий. Поэтому инструментарий экономиста имеет национальную специфику. Наука формируется примерно так же, как строится здание, фундаментом которого служит микроэкономика. Великие экономисты прошлого создали теорию – микроэкономику, которая изучает отношения между предпринимателями и наемными работниками, продавцами и покупателями.

Отправляясь от аксиом, экономическая наука формулирует законы: спроса и предложения, редкости, убывающей доходности, предельной производительности труда и капитала. Микроэкономика непосредственно связана с предпринимательской деятельностью, является как бы справочником, руководством для бизнесмена. Вместе с тем группы предприятий и отрасли государства тоже работают в соответствии с какими-то правилами, подчиняются действию определенных экономических законов, которые изучает экономическая теория. В XVIII–XIX вв. была создана классическая экономическая теория. Она отвечала потребностям развития индустриального общества, основанного на частной собственности и свободе экономического выбора. Ее основоположником считается Адам Смит, значение учения которого подобно изобретению колеса; «колесо» национального хозяйства «вращает» сложные системы взаимозависимых отраслей, формирует мировое хозяйство.

Между тем в общественной жизни и деловой практике возникают проблемы, которые нельзя разрешить только при помощи традиционных средств. Экономисты начинают интересоваться вопросами общего порядка, совокупного спроса, денежного обращения. Нельзя не вспомнить в этой связи о Леоне Вальрасе, создателе теории общего экономического равновесия. XX век явился в истории экономической мысли этапом макроэкономики. Большая система – это не только множество малых подсистем (фирм и отраслей), но уже и новое качество. Ее действиями управляют иные механизмы. Макросистема не может быть описана категориями микроэкономики (ценой, прибылью, конкуренцией и др.). Здесь необходимы новые макропоказатели, новые методики и инструменты.

Обычно экономику относят к наукам гуманитарным. Это неверно и спорно. Сегодня экономика без математики просто не существует. Что касается макроэкономики, то она специально изучает количественные и пространственные соотношения с помощью формул, графиков, геометрических фигур. Математика дает возможность упорядочить поток информации. Западные экономисты в основном математически формализуют свои идеи, к примеру гипотезу Шумпетера, теорему Коуза, эффект Питу, уравнение Фишера, парадокс В. Леонтьева и т.п.

Есть еще одна сфера человеческого знания, с которой у экономики обнаружилось совпадение интересов и методов анализа: это психология – социальная и личностная. Появившись на свет в виде поэтической сказки о странствиях человеческой души (в образе Психеи), присягнув поиску гармонии, психология превратилась в науку о человеческом сознании, эмоциях и интеллекте, о личности и социуме. Психологический подход впитался и ткань экономики.

Великое открытие XIX в. – рождение теории предельной полезности, или маржинализма, явилось, пожалуй, самым очевидным и плодотворным результатом взаимопроникновения этих наук. Современные экономисты не могут обойтись без таких понятий, как поведенческая реакция, рациональные ожидания, ажиотажный спрос, денежные иллюзии и т.д. Макроэкономический анализ становится основой государственной региональной политики, опирается на нее. Макроэкономические знания отнюдь не являются далекими от предпринимательства. Ведь такие формулы, как обратная зависимость между инфляцией и безработицей в масштабе общества или между банковским процентом и темпами роста валового продукта, между ростом инфляции и понижением обменного курса отечественной валюты необходимо знать хотя бы для того, чтобы предвидеть изменения конъюнктуры и вероятные контрдействия управленческих региональных структур или правительств.

Подводя итог сказанному, отметим, что экономика – это наука об общих законах экономического развития хозяйства, рассматривающая это хозяйство в развитии и во взаимосвязях с внешней средой [2].

Определение содержания понятия экономики не только как науки, но и, прежде всего, как сферы жизнедеятельности в значительной степени определяет конкретное содержание педагогической деятельности (образование, воспитание) по формированию экономической культуры личности.

Трудно представить себе термин более многозначный и более распространенный, чем «культура». В настоящее время определений культуры существует более 250, что является свидетельством реальной сложности данного явления и его включенности в многочисленные социальные контексты, а значит, в итоге – и универсальности. Этот термин выступает во многих значениях не только в обиходном языке, но и в разных науках и философии. Самое короткое и вместе с тем самое широкое определение предложил американский культуролог и антрополог М. Херсковиц, утверждавший, что «культура – это часть человеческого окружения, созданная самими людьми» (Herskovits M.J., 1966). При таком понимании культуры подчеркивается ее многоаспектность, абсолютная невозможность перечислить все ее составляющие [3].

Значение роли, которую выполняет культура в жизни каждого человека и общества, трудно переоценить. Образ мыслей и действий, общие культурные воззрения и ценности выступают основными средствами интеграции обособленных человеческих индивидуумов в разумно организованное сообщество. Культура представляет собой

сложную интегрированную систему, где ценности, которые утверждаются обществом, взаимозависимы, так как при изменении того или иного компонента этой системы неизбежно изменяются многие культурные традиции.

В понятии «культура» фиксируется как общее отличие человеческой жизнедеятельности от биологических форм жизни, так и качественное своеобразие исторически-конкретных форм этой жизнедеятельности на различных этапах общественного развития, в рамках определенных эпох, общественно-экономических формаций, этнических и национальных общностей.

Первоначально понятие «культура», введенное в научный оборот античным философом Цицероном, подразумевало целенаправленное воздействие человека на природу, а также «возделывание, выращивание души» человека. В эпоху Возрождения культура ассоциируется с признаками личного совершенствования. Изучение культуры длительное время составляло основу антропологии.

В конце XIX – начале XX вв. культура предстает в виде специфической системы ценностей и идей, различающихся по их роли в жизни и организации того или иного типа общества.

В настоящее время очень актуально определение культуры, сформулированное Э. Тайлором более ста лет назад. Согласно ему, культура представляет собой сложное целое, которое включает знания, убеждения, искусство, мораль, закон, обычай и любые другие способности и привычки, приобретаемые человеком, как членом общества. Данное определение подчеркивает приобретение людьми убеждений не столько через биологическую наследственность, сколько вследствие воспитания в отдельно взятом обществе, в результате воздействия определенных культурных традиций.

Словарь иностранных слов трактует культуру как идейное и нравственное состояние общества, определяемое материальными условиями и духовным развитием.

Понятие «культура» в философском энциклопедическом словаре трактуется как специфический способ организации и развития человеческой жизнедеятельности, представленный в продуктах материального и духовного труда, в системе социальных норм и учреждений, в духовных ценностях, в совокупности отношений людей к природе, между собой и к самому себе.

С точки зрения культурологии образования, культура представляет собой сумму духовных достижений человечества, результат и процесс творчества, творческое самовыражение людей, память человечества, совокупность знаковых систем, совокупность материальных и духовных ценностей, внутренние достижения личности, приобщающие ее к сумме достижений общества. В этой связи вполне логично, что в отечественной культурологии традиционно выделяют три компонента в общем понятии «культура»: материальный, художественный, духовный [4].

Кроме того, в научной литературе это понятие трактуется как:

- стержень, вокруг которого складывается ценностная ориентация человека и система его ценностей;
- активная, творческая жизнедеятельность людей по освоению окружающего мира;
- система представлений о мире, ценностях, нормах и общих правилах поведения людей, связанных с определенным образом жизни;
- специфический способ организации и развития человеческой жизнедеятельности.

Большинство исследователей рассматривает культуру в двух основных направлениях:

- культура – это совокупность производственных, общественных и духовных достижений людей (например: история культуры, национальная культура, культура древних греков и т.д.);
- культура – это высокий уровень чего-либо, высокое развитие, умение (например: культура производства, физическая культура, культура речи и т.д.).

В обоих определениях культура рассматривается как признак деятельности. Однако в первом случае носителями культуры являются общности людей, и термин «культура» отражает результативный аспект деятельности как система образов поведения,

традиций, представлений о мире, о том, как следует вести себя, что ценно в нем (А.Г. Эфендиев, 1993), как «коллективное программирование мнения, которое отличает членов одной группы или категории людей от другой» (Hofstede, 1991). Мы можем говорить о различных типах культуры в зависимости от предполагаемого результата, ведущих ценностей, которые регулируют взаимоотношения людей.

Культура имеет свои функции, в которых сокрыта та роль, которую она играет в становлении и развитии общества. Необходимо подчеркнуть, что человек формируется вследствие своего понимания, проникновения и вхождения в культуру, а потому человекотворческая функция может быть определена в качестве главной функции культуры, и именно из нее вытекают остальные функции – передача социального опыта, регулятивно-личностная и знаковая.

Резюмируя сказанное, можно отметить, что культура является сложным междисциплинарным общеметодологическим понятием, характеристика которого многоаспектна и чрезвычайно затруднительна для специалистов различных отраслей знаний. Для нашего исследования представляется важным содержание данного понятия как базового при рассмотрении феномена экономической культуры.

#### **Список литературы:**

1. Кузьминов Я. Советская экономическая культура: наследие и пути модернизации / Я. Кузьминов // Вопросы экономики. – 1992. – № 3.
2. Кукушин В.С. Теория и методика воспитания. – Ростов-н/Д. : Феникс, 2006. – 508 с.
3. Медянцева С.Г. Экономическая культура студентов в условиях рыночной экономики / С.Г. Медянцева, Н.В. Кавкаева // Высшее образование для XXI века. – 2005. – № 4. – С. 74–79.
4. Пузиенко Ю.В. Экономическая культура педагога. – М., 2001.

УДК 378.147

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА, КАК САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ  
В РАЗВИТИИ СОЗНАНИЯ, УМОЗАКЛЮЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ ЛИЧНОСТИ**



**ECONOMIC CULTURE, AS AN INDEPENDENT PART IN THE DEVELOPMENT  
OF CONSCIOUSNESS, REASONING AND PERSONAL EDUCATION**

**Захаренко Г.И.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
zgi3791@rambler.ru

**Захаренко С.Г.**

студентка,  
Кубанский государственный аграрный университет  
SvetlanaZG06@yandex.ru

**Маркелов В.И.**

кандидат педагогических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
napalkoff.v@yandex.ru

**Аннотация.** В статье проведено исследование экономической культуры, как самостоятельной части в развитии сознания, умозаключения и воспитания личности.

**Ключевые слова:** экономическая культура, учащиеся, проблема.

**Zakharenko G.I.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
zgi3791@rambler.ru

**Zakharenko S.G.**

Student,  
Kuban state agricultural university  
SvetlanaZG06@yandex.ru

**Markelov V.I.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
napalkoff.v@yandex.ru

**Abstract.** In the article studies economic culture as an independent part in the development of the consciousness of inference and education of personality.

**Keywords:** economic culture, students, problem.

Областью исследования является экономическая культура учащихся. Чтобы определить ее сущность, необходимо выяснить содержание понятия «экономическая культура». На сегодняшний день существует множество определений экономической культуры в различных отраслях знаний [1].

Экономическая культура – это часть более широкой системы – общей культуры общества. Экономическая культура присуща каждому из элементов экономической системы, всем видам, способам и формам экономической деятельности общества, коллектива, отдельного работника. Она во многом формирует образ жизни современного общества.

Современный экономический словарь определяет экономическую культуру как систему ценностей и побуждений хозяйственной деятельности, уважительное отношение к любой форме собственности и коммерческому успеху как к большому социальному достижению, неприятие настроения «уравниловки», создание и развитие социальной среды для предпринимательства и т.п.

Справочник по культурологии в большей мере затрагивает духовное и нравственное начало экономической культуры, понимая ее как совокупность элементов и феноменов культуры, экономического сознания, поведения, экономических институтов, обеспечивающих воспроизводство экономической жизни общества.

Таким образом, экономическая культура не существует сама по себе, вне ткани социальных и политических структур, культурных форм и структур, самосознания (Ю.В. Пузиенко, 2001) [4].

Я. Кузьминов (1992) [2] определяет экономическую культуру как совокупность институционализированных способов деятельности, которыми конкретные общества, группы и индивиды адаптируются к экономическим условиям своего существования. Она состоит из поведенческих стереотипов и экономических знаний в их ценностном и инструментальном аспектах.

Экономическая культура характеризует состояние хозяйственной деятельности общества на определенной ступени его развития и включает в себя как материальный продукт, весь мир вещей, предметов, производственных процессов, так и экономические знания, экономическое мышление, хозяйственный опыт людей.

По определению, которое дают С.Г. Медянцева и Н.В. Кавкаева (2005) [3], «современная экономическая культура – результат длительного, противоречивого и не всегда восходящего развития. Существует общая тенденция повышения уровня экономической культуры. Экономическая культура проявляется и реализуется лишь в деятельности людей, воплощающей те или иные воспринятые, усвоенные, воспроизведенные и заново выработанные образцы культуры» (Медянцева, Кавкаева, с. 74) [3].

Это находит свое выражение в использовании новейшей техники и технологических процессов, передовых приемов и форм организации труда, внедрении прогрессивных форм управления и планирования, развития, науки, знаний в повышении образованности работников. В экономической культуре кристаллизуются наиболее успешные и, поддерживаемые естественным ходом жизни и сознательными усилиями образцы мысли, действий, взаимоотношений. В них сжатая энергия прошлого опыта, фактически ценнейший и незаменимый ничем моральный и мотивационный ресурс экономического роста, который не формируется автоматически и каждое новое поколение проходит путь становления экономической культуры, самостоятельно.

Экономическую культуру определяют (Л.И. Уварова) как комплекс элементов и явлений культуры, стереотипов экономического сознания, мотивов поведения, экономических институтов, обеспечивающих воспроизводство экономической жизни. Экономическая культура характеризует состояние хозяйственной деятельности общества на определенной ступени его развития и включается в себя как материальный продукт, материальные услуги, весь мир вещей, предметов, производственных процессов, так и экономические знания, экономическое мышление, хозяйственный опыт людей. Экономическая культура отражает меру гуманизации общественного воспроизводства, способствует ее дальнейшему обогащению.

Исследователи отмечают, что ядром экономической культуры общества является развитое общественное экономическое сознание, где формируются ценностные, нормативные основы экономического бытия, тем самым, развитое общественное экономическое сознание является идейным источником созидательной деятельности в экономической сфере. Рассмотрение сущности экономической культуры общества позволяет осознать ее тесную взаимосвязь с типом мышления, менталитетом и традициями народа. Именно эти факторы определяют ценности и идеалы, находящие выражение и закрепление в экономической системе общества.

Экономическая культура общества оказывает прямое воздействие на экономическую культуру личности, т.к. индивидуальное экономическое сознание включает три основных компонента: знания (представления, взгляды), а также чувства и волю субъекта. Это отражает совокупность явлений общества как позитивных, так и негативных. Побудительными факторами к позитивному, волевому действию являются установки личности.

Анализ философской, социологической и педагогической литературы по проблеме формирования экономической культуры показал различие подходов к определению сущности понятия «экономическая культура» относительно ее признаков, отражающих разные направления развития теоретических исследований в области общей культуры.

Для сторонников «личностного» подхода культура есть личностный аспект человеческого бытия, процесс творческой деятельности, творение человеком человеческого мира. Исходя из трактовки культуры как определенной меры формирования, развития и реализации сущностных сил человека в его социальной деятельности, выявляется и ее роль в развитии личности. Культура, согласно этому подходу, выступает средством формирования способностей, потребностей, чувств, то есть социальных сил человека. В русле такого подхода А.А. Сысоев рассматривает экономическую культуру как «совокупность интеллектуального, практического и эмоционально-ценностного компонентов, позволяющих личности самореализоваться в экономической деятельно-

сти и поведении, адаптироваться и интегрироваться в существующие и прогнозируемые социально-экономические условия с учетом морально-нравственных установок общества». Л.Н. Пономарев и другие (1987) подчеркивают, что экономическая культура является важнейшим средством саморазвития, поскольку человек, обладающий сформированной экономической культурой, не только создает, обогащает и потребляет ценности культуры, но и в процессе своего развития поднимается на более высокую ступень свободы.

«Технологический» подход, в отличие от личностного, рассматривает культуру как способ (технологии) и как результат деятельности. Эта позиция находит отражение в обозначении экономической культуры как органического знаний, убежденности и творческой практической деятельности, а также результатов этой деятельности, которые создаются людьми в ходе развития общества.

Некоторые исследователи в определении экономической культуры подчеркивают то, что она является одним из видов общей культуры и, имея видовые отличия, несет в своем содержании общие родовые черты: знания, гуманистическую направленность усвоения и развития знаний, их применение в практической деятельности. Так, М.В. Владыка понимает под экономической культурой совокупность способов, форм и результатов деятельности личности в сфере экономики, создающей культурные экономические ценности и являющейся универсальной формой общественного развития человека. А.С. Кондыков, подчеркивая значение экономического мышления, определяет экономическую культуру как единство экономических знаний, экономического мышления, убеждений, умений и навыков с активной трудовой деятельностью.

Развернутое определение экономической культуры дает в своей работе Т.Н. Скиба. По ее мнению, «экономическая культура – одно из направлений профессиональной культуры, представляющей исторически развивающийся процесс образования, воспитания, развития, основанный на созданных человеком экономических нормах, правилах, требованиях и способах, связанных с деятельностью по производству жизни (жизнеобеспеченностью), зафиксированный в экономическом сознании (теоретических знаниях, практических умениях и навыках, представляющих «фундамент» экономической грамотности), а также непосредственно связанный с реализацией этих знаний в социально-экономической сфере».

Такой подход к определению экономической культуры мы считаем неоправданным, так как, на наш взгляд, недопустимо сводить экономическую культуру к подсистеме профессиональной культуры.

В свете современных тенденций обозначились новые подходы к определению экономической культуры. Ученые Л.Ш. Лозовский, Б.А. Райзберг, Е.Б. Стародубцева (2002) трактуют экономическую культуру как систему ценностей и побуждений к хозяйственной деятельности, уважительное отношение к любой форме собственности и коммерческому успеху как к большому социальному достижению, создание и развитие социальной среды для предпринимательства. На наш взгляд, данное определение экономической культуры трактуется с учетом современных социально-экономических условий и отражает рыночную, коммерческую сторону общественных отношений.

Теоретическое обоснование понятия «экономическая культура школьников» представлено в работах А.Ф.Аменда, В.М. Матушкина и др. В частности, В.М. Матушкин подчеркивает, что экономическая культура есть не только совокупность усвоенных экономических знаний, но и профессиональное мастерство кадров, сформированность экономически значимых качеств личности для участия в экономической деятельности. Профессор А.Ф. Амэнд (2001) утверждает, что экономическая культура представляет собой совокупность достижений в области экономической науки и практики, отражающую уровень экономических знаний школьников, их умения, навыки и опыт хозяйствования в быту, школе, на производстве, развитость их экономического мышления и сознания.

Принято выделять компоненты экономической культуры: экономическая грамотность, экономическое мышление, система представлений о закономерностях и механизмах функционирования рыночной экономики, умение анализировать экономическую информацию, черты характера, обеспечивающие грамотные «экономические поступки» (С.Г. Медянцева и Н.В. Кавкаева, 2005) [3].

Экономическая культура в педагогической трактовке предполагает развитие индивидуальности и формирование системы ценностей, а именно:

- воспитание базовых личностных качеств – трудолюбия, ответственности, настойчивости, деловитости, чувства хозяина, собственника,
- восприятие важных экономических категорий – труд, собственность, потребность, богатство и других – в духе экономического гуманизма и в рамках национального, экономического и социально-исторического уклада жизнедеятельности,
- воспитание бережного отношения к средствам и результатам труда, ко времени и материальным ценностям,
- стремление создавать материальные и духовные ценности, реализовывать свои силы, возможности, способности,
- стремление подражать лучшим представителям российского предпринимательства,
- осознание себя потребителями и умение защищать свои права как потребителя,
- понимание выгоды образования, развития, совершенствования,
- осознание богатства природных и человеческих ресурсов своей родины, интеллекта, традиций прошлого (Е.Г. Баранюк, 2005).

Другим важным педагогическим аспектом рассмотрения экономической культуры школьников и процесса ее формирования в условиях общеобразовательного учреждения следует считать соотношение экономического и нравственного в воспитании детей. В отечественной педагогике и психологии вопросы соотношения нравственного и экономического воспитания школьников наибольшее освещение получили в работах А.Ф. Аменда, Е.В. Голубевой, В.А. Кальней, И.А. Сасовой, В.И. Максютенко, Л.П. Михалёва, В.А. Полякова, Е.Б. Саянова, С. Л. Чернер, Н.Н. Тарарухиной, Л.И. Уваровой и др.

В частности Е.В. Голубева (2005, 2006) отмечает, что «под нравственным воспитанием понимается выработка системы ценностей личности. «Перекося» в сторону экономического аспекта воспитания приводит к развитию у человека стремления к получению материальной выгоды любой ценой. Преобладание нравственного аспекта воспитания, напротив, приводит к формированию духовно развитой личности, но оторванной от реалий современной жизни. Опасность возникновения подобных «перекося» в воспитании приводит к необходимости анализа взаимного влияния двух направлений воспитания – экономического и нравственного». Отсюда задачей воспитания, по ее мнению, должно быть «формирование экономически грамотной личности, опирающейся на приоритет духовных ценностей» (Голубева, 2006, с. 23).

Нужно отметить, что для западной психолого-педагогической науки преобладает экономический аспект названной проблемы. Зарубежные психологи, в частности, пришли к выводу о том, что в своем восприятии экономики дети проходят путь от homo sociologicus, мотивированного моральными и социальными нормами, до homo economicus, стремящегося к материальному удовлетворению. Так, А.Б. Фенько (2000), комментируя исследования Г. Севон и С. Векстром, пишет, что высказывания младших детей (8 лет) на экономические темы данные авторы оценивают как «моральные» (забота о других людях и одобрение окружающими собственного поведения), а старших (14 лет) – как «экономические» (другие люди рассматриваются как средства или препятствия удовлетворения своих потребностей). Для объяснения представлений детей об экономических явлениях чаще всего на Западе исследователи используют теорию морального развития американского психолога Л. Колберга. 7–8-летние дети выражают скорее «физическое», чем психологическое отношение к вещам: способ обретения вещи менее значим, чем удовлетворение своего желания иметь эту вещь. Поэтому они согласны отнестись с пониманием к страстному стремлению завладеть этой вещью. В 9–10 лет ребенок начинает сознавать, что право собственности стоит выше чьего-либо интереса к вожделенной вещи. Таким образом, по мере взросления, ребенок все более полно осознает связь морали и законности.

Отечественные педагоги (например, Н.Н. Тарарухина, 2000) предлагают модель нравственно-экономического воспитания личности школьника, целями которого выступают: формирование нравственных убеждений, умений и навыков деятельности в но-



вых социально-экономических условиях; ценностное освоение этических правил и норм, необходимых для профессиональной деятельности и общения; инициирование активности личности, способствующее формированию нравственно-экономических качеств (бережливость, экономность, честность, коллективизм, организованность и др.).

В контексте соотношения экономической и нравственной культуры требует уточнения понятие «экономические качества» личности. Общепринято относить к ним только «материальные» потребности, способности и ценностные ориентации и противопоставлять им духовные качества личности. В.В. Прокин (2003) предлагает более широкое понятие экономических свойств человека как всех свойств, которые он проявляет в сфере экономики. А к ним относятся и «материальные», и духовные параметры личности. Поэтому дилемма экономического и духовного воспитания, на его взгляд, является ложной. Подход, не разграничивающий «экономические» и «нравственные» качества, а рассматривающий личность как систему взаимосвязанных качеств, проявляющихся в той или иной деятельности (в том числе экономической), используют в своих работах Е.В. Голубева (2006), В.М. Монахов и В.Ф. Любичева (1998), Л.И. Уварова (2001) и др.

Одним из качеств личности, обеспечивающих ее успешность в экономической деятельности, является предприимчивость. В.Б. Орлов (2001) дает ему такое определение: «Предприимчивость – это деловая активность, содержанием которой являются решительные и нестандартные действия» (Орлов, с. 60) [5]. Составными элементами этого интегративного качества являются: поведенческая активность, лидерство, хозяйственная самостоятельность, воля, эмоциональная стабильность, творческая мотивация, инновационный подход, склонность к хозяйственному риску, коммуникабельность, гуманистическая направленность.

Т.Е. Джагаева (2004), характеризуя структуру экономической культуры, отмечает, что это интеллектуальное свойство человека, его способность осмысливать экономические явления, познавать их, усваивать экономические понятия, категории, соотносить их с практикой и соответствующим образом ориентироваться в экономической жизни. В связи с этим, в экономической культуре ею выделяются такие компоненты, как соблюдение чувства меры, разумности в соотношении желаемого и возможного, высоких материальных запросов с реальными возможностями общества и личным вкладом в развитие экономических процессов. Характерной особенностью человека, владеющего уровнем экономической культуры, является наличие экономической образованности, предприимчивости и заинтересованности.

Индивидуальные особенности экономической культуры различных людей проявляются в том, что у них по-разному складываются соотношения разных и взаимодополняющих видов и форм мыслительной деятельности (наглядно-образного, наглядно-действенного и отвлеченного мышления). К индивидуальным особенностям культуры относятся также самостоятельность, гибкость, быстрота мысли.

Самостоятельность мышления представляется, прежде всего, в умении увидеть и поставить новый вопрос, новую проблему и затем решить их своими силами. Творческий характер мышления отчетливо выражается именно в такой самостоятельности.

Гибкость мышления заключается в умении изменять намеченный вначале план решения поставленных задач, в случае, если он больше не удовлетворяет тем условиям, которые постепенно включаются в ходе их решения и которых не удалось учесть с самого начала.

Быстрота мысли особенно нужна в тех случаях, когда человеку необходимо принять определенные решения в очень короткий срок.

Экономическая культура является самостоятельной частью в развитии сознания, умозаключения, воспитания личности и имеет специфические цели, задачи, содержание, но находится в диалектической взаимосвязи с общечеловеческой культурой.

Данная структура также способствует интеграции феноменов экономической и нравственной культуры.

Таким образом, проблема согласованности экономического и нравственного воспитания должна решаться как задача формирования мотивации нравственного поведения во всех сферах деятельности человека.

Указывая на соотношение экономической и нравственной культуры, по мнению Н.С. Мурадовой (2003), можно говорить о таком феномене, как социально-экономическая культура, которую она определяет как сложное интегральное личностное образование. Оно представляет собой систему социально значимых жизненных ценностей и ценностных ориентаций личности, опирающихся на индивидуальные знания человека о сущности социально-экономической культуры, включая пути и методы ее прогнозирования, формирования, сохранения и укрепления. Социально-экономическая культура личности регулирует социально-экономическое поведение, деятельность и сама регулируется качеством жизни личности в процессе ее жизнедеятельности. Ее формирование на индивидуальном уровне включает в себя актуализацию и самоактуализацию, развитие и самореализацию взаимообусловленных компонентов: целевой, содержательно-операционной, когнитивной, технологической сфер проявления. Социально-экономическая культура – это компонент общей базовой культуры личности в целостном педагогическом процессе.

Выделение экономической культуры в общей ее структуре в рамках социологического подхода – явление достаточно позднее, однако можно отметить устойчивый интерес к этой проблеме в отечественных исследованиях последних лет.

В этой связи, на наш взгляд, справедливо утверждать, что экономическая культура может рассматриваться в контексте социализации личности, как условие или фактор более успешного ее включения в социально-экономическую жизнедеятельность, адаптации к экономическим (рыночным) отношениям.

Как указывают в своих работах С.Г. Медянцева и Н.В. Кавкаева (2005), «противоречивое экономическое мышление эмоционального плана не способствует формированию активного поведения. При этом экономическая неграмотность порождает конфликты, отрицательно сказывается на хозяйственных результатах. Знания же, получаемые в процессе обучения и способности рационального мышления, должны давать человеку возможность быстро адаптироваться к требованиям, диктуемым экономическими и социальными преобразованиями в обществе, грамотно осуществлять свой экономический выбор в различных жизненных и производственных ситуациях. Экономическое мышление формируется не только на занятиях по экономике, но и на основе знаний по истории, географии, праву, информатике, математике и другим общеобразовательным дисциплинам. Образовательная область экономики должна опираться на интеграцию экономических знаний в общем комплексе изучаемых предметов» (Медянцева, Кавкаева, с. 75) [3].

Рыночная экономика, к которой с трудностями, противоречиями, но неизбежно идёт Россия, предполагает экономический и социальный суверенитет личности, свободу выбора для каждого, полную личную ответственность за благополучие своё и своей семьи. Вместо главного принципа советской педагогики: воспитания в коллективе, через коллектив, для коллектива, выдвинут постулат индивидуальности, расчёт человека на собственные силы, способности, инициативу, творчество, упорство в достижении личных целей.

Происходящие в России социальные изменения ставят личность в сложные психологические условия, связанные с процессом изменения общественного сознания. Это влияет на картину мотивации труда, оценку человеком собственного положения в экономической сфере, на рынке труда, поэтому нужны дополнительные педагогические средства, направленные на то, чтобы на основании знаний и умений, полученных через различные виды деятельности в конкретной сфере, учащиеся могли приобрести навыки самостоятельного действия и принятия решений в условиях выбора из ряда альтернативных вариантов экономического поведения.

Анализ литературы, теория и практика педагогических исследований показали, что адаптационные проблемы возникают повсеместно. Наиболее остро (в рамках системы народного образования) они проявляются при начале учебы в школе, переходе из класса в класс, при выпуске учащихся из школы, при поступлении в специальные учебные заведения, мобилизации юношей в армию и т.д. В последние годы в зарубежной психолого-педагогической литературе активно разрабатывается проблема социальной адаптации ребенка. Актуальным это стало сейчас и для нашей страны, где за

последние 8–10 лет произошли глобальные изменения социально-политической ситуации, и личности необходимо адекватно реагировать на эти изменения.

Ряд этих процессов и само явление адаптации давно уже служат объектом пристального внимания как со стороны отечественных, так и зарубежных ученых разных специальностей: педагогов, психологов, социологов, физиологов, медиков и практических работников органов образования.

Отмеченные обстоятельства имеют большое значение в теоретико-методологическом плане.

Социальная адаптация понимается двояко. С одной стороны, как «постоянный процесс приспособления индивида к условиям социальной среды. С другой стороны, социальная адаптация – это результат такого процесса.» (Психология. Словарь, 1990, с. 11) [6].

Понятие адаптации первоначально возникло в биологии, но с развитием общества, социальных отношений появилась необходимость расширения его сущности и перенесения в социально-гуманитарные науки. Термин «адаптация» был впервые введен в научную лексику немецким физиологом Аубертом в 1865 году для характеристики явления «приспособления» чувствительных органов (зрения, слуха) к воздействию соответствующих раздражителей (З.А. Литова, 2002). Социальная адаптация – это приспособление личности к определенным видам деятельности, которые происходят в данном социуме, иными словами, усвоение личностью социального опыта в целом, той среды (микросреды), к которой он принадлежит (А.В. Мудрик, 1997).

Близка к этому определению формулировка Д.В. Ольшанского (1983), по которой социальная адаптация – это «вид взаимодействия личности или социальной группы с социальной средой, в ходе которого согласовываются требования и ожидания участников» (Ольшанский, с. 13) [7].

А.Г. Мороз (1983) определяет, что «социальная адаптация – это многофакторный и многомерный процесс вхождения личности в новое социальное окружение с целью совместной деятельности в направлении прогрессивного изменения как личности, так и среды» (Мороз, с. 50) [8]. Из неё следует, что данный вид адаптации:

- а) сложный;
- б) многомерный;
- в) педагогически корректуемый;
- г) двусторонний процесс – «личность – среда».

В современных работах А.В. Георгиевского, В.П. Казначеева, Ф.З. Меерсона, А.Т. Москаленко, Ю.М. Плюсина, А.В. Сахно, В.Ф. Сержантова, Ф.З. Царегородцева рассматриваются различные подходы к проблеме взаимосвязи биологической и социальной адаптации.

В исследованиях Т.Г. Дичева, И.А. Милославовой, Б.Д. Парыгина, Л.М. Растовой раскрывается содержательный аспект социальной адаптации, согласно которому адаптация представляет собой многокомпонентный процесс, включающий взаимодействие организма со средой и его участие в различных видах деятельности.

Так, Л.М. Растова (1973) считает, что в процессе адаптации личность выступает как объект и субъект общения. В результате общения в коллективе идет усвоение личностных норм и ценностей, что способствует формированию навыков общения и поведения.

Рассматривая адаптацию подростка, а также вообще человека, необходимо четко видеть разницу между социальной и физиологической адаптацией. И.А. Милославова (1973, 1979) видит эту разницу на структурно-функциональных уровнях адаптации: первый уровень адаптации в сфере отношений «человек – природная среда». На этом уровне адаптация протекает произвольно, без осознания и переживания адаптивных реакций. Второй уровень – адаптация в сфере отношений «личность – социальная среда». Социальная адаптация представляет собой двуединый процесс: «взаимодействие личности и социальной среды, при котором человек не только подвергается воздействию среды, приспособляясь к ней, но и сам воздействует на среду, вступая в отношения с окружающим миром» (Милославова, 1973, с. 112–113) [9].

В научной литературе ученые часто пытаются рассматривать социальную адаптацию в рамках социализации. Поэтому важным, на наш взгляд, в изучении социаль-

ной адаптации является различие понятий «социальная адаптация» и «социализация» и сущности этих явлений.

«Социализация» (от лат. *socialis* – общественный) – развитие и самореализация человека на протяжении всей жизни в процессе усвоения и воспроизводства культуры общества.

Отечественный ученый-педагог А.В. Мудрик (2002) отмечает, что социализация представляет собой развитие и самоизменение человека в процессе усвоения и воспроизводства культуры, что происходит во взаимодействии человека со стихийными, относительно направляемыми и целенаправленно создаваемыми условиями жизни на всех возрастных этапах. Для нашего исследования важна его точка зрения, т.к. в ней подчеркивается активная позиция личности в ходе социализации.

В современной научной литературе адаптация рассматривается как момент или часть социализации (Б.Д. Парыгин, Л.П. Растова, Л.Л. Шпак и др.).

О.И. Зотова (1979) и И.И. Кряжева (1983) считают адаптацию и социализацию единым процессом взаимодействия личности и общества. Социализация связана с общим развитием индивида, а адаптация – с приспособительными процессами уже сформировавшейся личности. По их мнению, «социализация – это процесс, длящийся с самого рождения и до смерти, который предполагает этапы, на которых личность может сталкиваться с ситуациями, порождающими потребность в приспособительных актах, которые и являются социальной адаптацией» (Зотова, Кряжева, 1979, с. 219–233) [10].

Таким образом, адаптация развивается в ходе социализации.

Отечественный психолог А.В. Петровский (1993) в своей концепции социализации объясняет развитие личности закономерной сменой фаз: адаптации, индивидуализации и интериоризации. Каждая фаза, с точки зрения ученого, представляет собой жизненный путь человека: детство соответствует фазе адаптации; отрочество – фазе индивидуализации; юность – фазе интериоризации. Каждый из названных периодов представляет собой усвоение действующих норм в общности и овладение соответствующими формами и средствами деятельности.

Данный подход интересен для нашего исследования тем, что позволяет посмотреть на взаимодействие процессов социализации и адаптации как на глобальный процесс, влияющий на развитие человека.

Ученый-педагог В.Н. Гуров (1998, 2006) считает, что социализация обеспечивает социальную адаптацию, то есть активное приспособление индивида к условиям социальной среды в ходе взаимодействия с ней и в результате их встречной активности.

В нашем исследовании мы подчеркиваем важность активности процесса социальной адаптации. Также для нашего исследования представляется значимым, что на эффективность процесса социальной адаптации (в контексте готовности к успешному участию в экономической деятельности) влияет уровень сформированности экономической культуры.

Отсюда вполне закономерно рассмотрение во взаимосвязи экономического образования и экономического воспитания. Необходимым условием успешного воспитания является экономическое образование. Большинство педагогов-исследователей считает, что экономическая культура, как и культура вообще – это, прежде всего, образование, т.е. накопленные знания, представления, сведения. Экономическое образование – процесс и результат усвоения учащимися систематизированных экономических знаний, умений и навыков, формирование принципов и их практическое применение, способствующее развитию экономического мышления, сознания, как условия эффективной экономической деятельности.

Экономическое образование является основой экономического воспитания личности и основой формирования экономической культуры. Экономическая культура – структурное качество личности, развивающееся в процессе обучения и воспитания, синтезирующее в себе глубокие и прочные знания основ функционирования экономики и умение индивида использовать эти знания в процессе жизнедеятельности (Медянцева, Кавкаева, с. 77) [3].

Все это определяет основные принципы, на которых должна строиться система экономического образования молодежи: лично ориентированный подход к преподаванию экономических дисциплин; ориентация их на общечеловеческие ценности в экономике; рассмотрение современного хозяйства как сложной экологической системы; системность в предметном обучении, взаимодействие различных видов дидактических связей, между учебными темами, курсами, предметами, циклами.

Таким образом, анализ понятия «экономическая культура» позволил отметить различные подходы к его определению.

В нашем исследовании мы определяем экономическую культуру школьников как часть общечеловеческой культуры, которая обуславливает основанную на совокупности экономических знаний, умений, навыков и ценностного опыта готовность к осознанному участию в экономической жизнедеятельности (в качестве объекта или субъекта экономических отношений).

Важным теоретическим выводом является, по нашему мнению, понимание экономической культуры школьников как результата целенаправленного, организованного, вариативного, технологичного экономического образования и воспитания.

Другим принципиальным положением следует отметить объективную взаимосвязь экономической и нравственной культуры в современных условиях становления в России новой экономической системы. Применение в этой связи социологического подхода к рассмотрению феномена экономической (социально-экономической) культуры позволяет говорить о ее сформированности как важном условии социализации личности, успешной адаптации к новым социально-экономическим реалиям, а в целом – как условию успешности современной личности.

Уровень культуры личности определяется ее социализированностью, приобщенностью к культурному наследию, степенью развитости индивидуальных способностей. Становление экономической культуры личности означает приобщение ее к ценностям науки и к опыту позитивного, социально полезного поведения в экономической сфере.

### Список литературы:

1. Кузьминов Я. Советская экономическая культура: наследие и пути модернизации / Я. Кузьминов // Вопросы экономики. – 1992. – № 3.
2. Кукушин В.С. Теория и методика воспитания. – Ростов-н/Д. : Феникс, 2006. – 508 с.
3. Медянцева С.Г. Экономическая культура студентов в условиях рыночной экономики / С.Г. Медянцева, Н.В. Кавкаева // Высшее образование для XXI века. – 2005. – № 4. – С. 74–79.
4. Пузиенко Ю.В. Экономическая культура педагога. – М., 2001.
5. Орлов В.Б. Опыт подготовки предпринимателя / В.Б. Орлов // Педагогика. – 2001. – № 2. – С. 58–65.
6. Психология. Словарь. – 2-е изд., испр. и дополн. – М. : Изд-во полит. литературы, 1990.
7. Ольшанский Д.В. Адаптация // Философский энциклопедический словарь. – М. : Сов. энциклопедия, 1983.
8. Мороз А.Г. Профессиональная адаптация выпускника педагогического вуза : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – К. : КТУ, 1983. – 50 с.
9. Милославова И.А. Адаптация как социально-психологическое явление / И.А. Милославова // Социальная психология и философия. – Л. : ЛГПИ, 1973. – С. 112–113.
10. Зотова О.И. Некоторые аспекты социально- психологической адаптации личности / О.И. Зотова, И.К. Кряжева // Психологические механизмы регуляции социального поведения. – М. : Наука, 1979. – 335 с.

УДК 621.396

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ  
САМОНАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ



ON THE ISSUE OF IMPROVING RADIO-ELECTRONIC  
HOMING SYSTEMS OF AIRCRAFT

**Захаренко Г.И.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
zgi3791@rambler.ru

**Захаренко Д.Г.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
zgi3791@rambler.ru

**Аннотация.** В статье проведено исследование основных направлений совершенствования радиоэлектронных систем самонаведения летательных аппаратов.

**Ключевые слова:** измерительно-вычислительная система летательного аппарата.

**Zakharenko G.I.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
zgi3791@rambler.ru

**Zakharenko D.G.**

Student,  
Kuban State  
Technological University university  
zgi3791@rambler.ru

**Abstract.** In the article studies the main directions of improvement of radio-electronic homing systems of aircraft.

**Keywords:** measuring and computing system of an aircraft.

В общем случае совершенствование радиоэлектронных систем самонаведения (РЭСН) летательных аппаратов будет осуществляться за счет улучшения показателей эффективности всех их составных частей: информационно-вычислительных систем (ИВС), управляющих систем (УС), объектов управления (ОУ) рисунок (1).

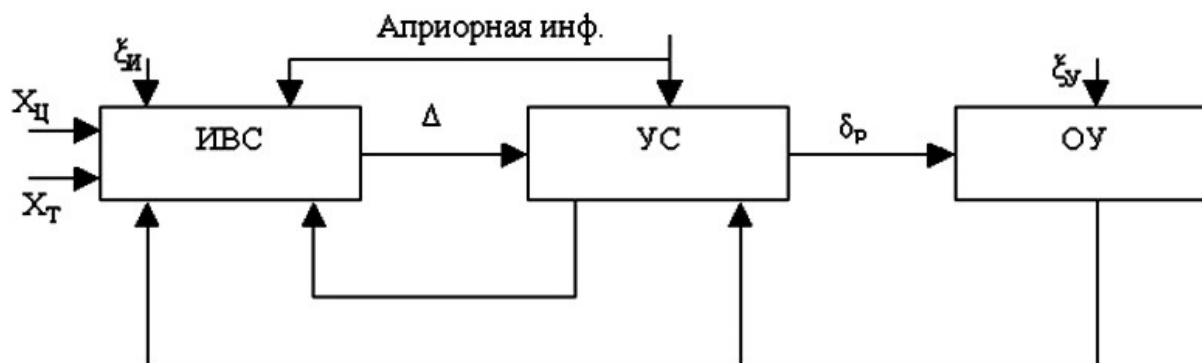


Рисунок 1 – Радиоэлектронных систем самонаведения

При этом наиболее существенных улучшений следует ожидать в результате совершенствования самолетов – как объектов управления, и ИВС. Анализ состояния и перспектив развития истребителей дает возможность утверждать, что будут предприняты дальнейшие усилия по разработке средств и приемов снижения их радиолокационной заметности, сохраняющих свою эффективность в значительно большем диапазоне частот и направлений облучения [2]. Кроме того, дальнейшее развитие получит разработка специальных органов управления двигателем и аэродинамическими свойствами самолета, обеспечивающих его сверхманевренность. Важность этого направления обусловлена значительным расширением тактических возможностей истребителя за счет сокращения времени его выхода в зону применения оружия и существенного

увеличения ее размеров, большей возможности получения позиционного превосходства в бою и значительному затруднению их сопровождения радиолокационными и оптоэлектронными системами слежения противоборствующей стороны. Наиболее вероятными можно считать следующие направления совершенствования ИВС.

Разработку более чувствительных радиолокационных датчиков и алгоритмов обработки поступающей от них информации, а также приемов использования своих истребителей, позволяющих снизить влияние средств снижения радиолокационной заметности самолетов противоборствующей стороны. Весьма эффективным способом решения этой задачи является использование многопозиционных систем наведения [2].

Необходимость ведения успешной борьбы с большим количеством сверхманевренных целей потребует решения целого комплекса разнообразных задач, связанных с применением более эффективных по критерию точность-экономичность методов самонаведения и разработкой систем сопровождения с качественно лучшими показателями точности, быстродействия и устойчивости. Перспективные методы самонаведения на интенсивно маневрирующие цели должны быть более адаптивными к условиям применения. Синтез этих методов должен осуществляться на основе более сложных моделей, учитывающих не только маневр самого истребителя, но и маневр цели. Весьма перспективным является синтез законов наведения на основе алгоритмов теории оптимального управления. Необходимо подчеркнуть, что для информационного обеспечения таких методов требуется оценивать большее количество фазовых координат относительного и абсолютного движения истребителя и цели, включая составляющие их собственных ускорений.

Большое внимание будет уделено разработке и внедрению алгоритмов высокоточного и устойчивого сопровождения интенсивно маневрирующих целей. Вероятней всего решение этой задачи будет осуществляться в двух направлениях. Первое, основанное на использовании многоконтурных следящих систем с оценкой составляющих относительного ускорения. Второе базируется на автоматическом обнаружении маневров цели с определением их показателей и последующей коррекцией параметров и структуры фильтров сопровождения.

Следует ожидать внедрения алгоритмов высокоточного индивидуального сопровождения целей в составе плотной группы. Возможность решения этой задачи основана на использовании алгоритмов, так называемого, траекторного управления наблюдением, в процессе которого траектория полета к цели оптимизируется по минимуму функционала качества, в котором учитываются не только ошибки управления и его экономичность, но и требования обеспечения заданной (наилучшей) разрешающей способности.

Несомненно, очень большое внимание будет уделено улучшению точности и пропускной способности систем автоматического сопровождения целей в режиме обзора (АСЦРО). Эта задача также будет решаться в нескольких направлениях. Одно из них основано на дальнейшем увеличении быстродействия и объема памяти бортовых ЭВМ. Другое связано с улучшением алгоритмического обеспечения всех этапов этого режима: формирования первичных измерений; завязки траекторий; экстраполяции траекторий; идентификации результатов измерений; коррекции траекторий по идентифицированным измерениям и ранжирования целей по степени их важности.

Можно предположить, что вместо алгоритмов  $\alpha$ ,  $\beta$  – фильтрации с идентификацией в строгах отождествления будут использоваться квазиоптимальные алгоритмы аналого-дискретной фильтрации с идентификацией измерений в результате оценивания параметров используемой модели состояния или анализа обновляющего процесса. Следует отметить, что качественное повышение точности АСЦРО невозможно без решения двух проблем: существенного уменьшения интервалов поступления измерений от каждой цели и повышения точности первичных измерений. Решение первой проблемы невозможно без использования программируемого обзора на основе использования фазированных антенных решеток (ФАР). Вторая проблема может быть решена на основе внедрения комбинированных обзорно-слеющих режимов. В этих режимах по-прежнему используется программируемый обзор, при котором луч антенны устанавливается в ожидаемых направлениях цели, пропуская свободные от них зоны. Однако

для просмотра используется четырехлепестковый луч, дающий возможность осуществлять моноимпульсную пеленгацию целей, а время облучения возрастает до величины, позволяющей сформировать несколько измерений. В течение этого времени фактически реализуется режим сопровождения одиночной цели (СОЦ), обеспечивающий устранение ошибок сопровождения до малых значений, характерных для сопровождения одиночной цели. После этого луч перебрасывается на другую цель и т.д.

В общем случае совершенствование РЭССН ракет «воздух-воздух» («в-в») будет осуществляться за счет улучшения показателей эффективности всех их составных частей (ИВС, системы управления ракетой (СУР), ОУ). При этом пути совершенствования РЭССН предопределяются направлениями развития летательных аппаратов как объектов поражения, среди которых наиболее сложным видом целей являются сверхманевренные истребители [1]. Необходимо отметить, что наиболее существенных улучшений РЭССН ракет «в-в» следует ожидать за счет совершенствования их ИВС, направления развития которых во многом будут повторять направления совершенствования ИВС истребителей. Остановимся более подробно на некоторых из них. Вполне очевидно, что будет продолжаться пополнение средств поражения, используемых истребителями, ракетами «в-в» с активными радиолокационными головками самонаведения (РГС), позволяющими реализовать принцип «пустил-забыл». Использование ракет с активными РГС позволяет наиболее полно реализовать возможности автоматического сопровождения целей в режиме обзора бортовыми РЛС истребителей [1], предопределяя тем самым возможность одному истребителю вести бой одновременно с несколькими целями.

В ближайшее время следует ожидать дальнейшего повышения точности, устойчивости и экономичности наведения на интенсивно маневрирующие (сверхманевренные) цели. Решение этих задач будет происходить по различным направлениям.

Одним из них является использование более совершенных методов наведения [3], оптимизированных для перехвата интенсивно маневрирующих целей. Весьма перспективными являются методы наведения, синтезированные на основе алгоритмов статистической теории оптимального управления, которые являются наилучшими по критерию точность – экономичность. Эти алгоритмы позволяют учесть как маневры цели, так и маневры ракеты при заданных ограничениях на быстродействие исполнительных органов и допустимые перегрузки. Следует отметить, что использование таких методов требует большего объема информации. В общем случае для их реализации требуются оценки дальности до цели, скорости сближения, угловой скорости линии визирования и поперечных ускорений цели и ракеты.

Необходимость перехвата сверхманевренных целей предопределяет существенное повышение требований к точности, устойчивости и быстродействию радиоэлектронных следящих измерителей ракеты. Одновременно удовлетворить всем этим противоречивым требованиям в рамках традиционных одноконтурных следящих систем, в которых чувствительный элемент, управитель и исполнительное устройство включены последовательно, практически невозможно. В связи с этим следует ожидать внедрения многоконтурных следящих систем более высокого порядка астатизма, в которых требования точности, быстродействия и устойчивости обеспечиваются различными контурами, реализуя высокие показатели следящих систем в целом.

Улучшить целый комплекс показателей ИВС ракет «в-в» позволяет одновременное использование нескольких частот СПЦ. Применение многочастотного СПЦ при прочих равных условиях позволяет увеличить дальность обнаружения целей и повысить помехозащищенность РГС. Однако наиболее важным является возможность существенного снижения влияния на точность наведения угловых шумов за счет усреднения первичных измерений угловых координат по частотам. В свою очередь, снижение влияния угловых шумов дает возможность уменьшить дальность неуправляемого полета в конце самонаведения.

Перехват интенсивно маневрирующих целей сопровождается полетом ракет с большими углами упреждения при весьма значительных угловых скоростях линии визирования, вносимых обтекателем антенны. В связи с этим необходимо принимать специальные меры по компенсации ошибок оценивания углов и угловых скоростей линии визирования, обусловленных преломлением радиоволн в обтекателе антенны.



Для обеспечения индивидуального поражения целей в составе плотной группы и борьбы с «антиподом», под которым понимается переотраженный сигнал от маловысотной цели, требуется дальнейшее улучшение разрешающей способности по дальности, скорости сближения и угловым координатам. Необходимо отметить, что улучшение разрешающей способности по дальности и скорости соответствующим выбором СПЦ практически себя исчерпало. Весьма перспективным приемом улучшения разрешения по скорости (доплеровской частоте) является использование алгоритмов траекторного управления наблюдением, при котором траектория полета к цели оптимизируется по минимуму функционала качества, учитывающего не только ошибки управления и экономичность, но и требование обеспечения наилучшего разрешения. Следует отметить, что очень хороших результатов в этом направлении следует ожидать при использовании полуактивных РГС. Объясняется это дополнительной модуляцией СПЦ, получаемой при маневре истребителя, облучающего цель. Еще одним приемом дающим возможность существенно улучшить разрешающую способность, является использование современных методов спектрального оценивания сигналов, позволяющих реализовать так называемое «сверхразрешение».

**Список литературы:**

1. Меркулов В.И. Авиационные системы радиоуправления. – Ч.1. Теоретические основы синтеза и анализа авиационных систем радиоуправления. – Ч. 2. Радиоэлектронные системы самонаведения / В.И. Меркулов, В.Н. Лепин. – М. : Радио и связь, 1996. – 321 с.
2. Захаренко Г.И. Системы связи : учеб. пособие для студентов (курсантов) вузов / Г.И. Захаренко, С.И. Макаренко, В.И. Сапожников, Г.И. Захаренко, В.Е. Федосеев; Под общ. ред. С.И. Макаренко. – Воронеж, 2011. – 231 с.
3. Культурмиди К.П. Многофункциональная РЛС на основе активной фазированной антенной решетки / К.П. Культурмиди, Д.Г. Захаренко // Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященных 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос, КВВАУЛ. – 2021. – С. 134–137.

УДК 531.76

## ОЦЕНКА ТЯГИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ



## EVALUATION OF THE THRUST OF AIRCRAFT ENGINES

### Куликова Т.А.

кандидат химических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvkulikov@list.ru

### Чабров С.Е.

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
chabrov\_s.e@mail.ru

**Аннотация.** В статье авторами проведен анализ всех основных этапах жизненного цикла летательного аппарата, показано, что значение эффективной тяги силовой установки является важнейшей характеристикой летательного аппарата. Авторами проведен анализ отечественного опыта оценивания тяги двигателя, который показал, что имеется два основных подхода к оцениванию тяги двигателей в испытаниях, каждому из которых присущи собственные недостатки.

**Ключевые слова:** измерение, летательный аппарат, газотурбинный двигатель, тяга, испытания, модель, прямые измерения.

### Kulikova T.A.

PhD in Chemical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
mvkulikov@list.ru

### Chabrov S.E.

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
chabrov\_s.e@mail.ru

**Abstract.** In the article, the authors analyzed all the main stages of the life cycle of the aircraft, it is shown that the value of the effective thrust of the power plant is the most important characteristic of the aircraft. The authors analyzed the domestic experience of evaluating engine thrust, which showed that there are two main approaches to evaluating engine thrust in tests, each of which has its own disadvantages.

**Keywords:** measurement, aircraft, gas turbine engine, thrust, tests, model, direct measurements.

**Н**а всех основных этапах жизненного цикла летательного аппарата (ЛА) значение эффективной тяги силовой установки является важнейшей характеристикой летательного аппарата.

При известных значениях тяги силовой установки существенно упрощается:

- вычисление летно-технических характеристик ЛА, в целях установления возможного их несоответствия заявленным данным;
- проведение летных испытаний;
- формирование математических моделей, используемых при создании средств технического обучения;
- определение параметров движения ЛА при расследовании авиационных происшествий.

Поэтому оценивание эффективной тяги силовой установки является важной задачей. При проведении наземных стендовых испытаний невозможно учесть интеграцию планера и силовой установки ЛА и в полной мере воспроизвести условия полета. Методические погрешности расчетных методов, основанных на газодинамических моделях, обусловлены общей проблемой отсутствия точного соответствия модели и объекта исследования, а также тем обстоятельством, что при настройке этих моделей в качестве источника априорной информации используются данные наземных стендовых испытаний.

Для уточнения газодинамических моделей и расчета тяги могут применяться данные летных испытаний, но это требует нештатной доработки двигателей для установки необходимого набора датчиков.

Этот способ в отечественной практике в последние годы применяется редко в силу высокой стоимости и трудоемкости. В современной практике оценивания тяги

двигателя как в отечественном, так и зарубежном авиастроении выявлены следующие недостатки:

- в ходе стендовых испытаний не учитывается интерференция силовой установки и планера ЛА (не определяется эффективная тяга);
- в процессе проведения летных испытаний необходимо вносить изменения в конструкцию двигателя;
- при проведении летных испытаний предварительно необходимо внести изменения в конструкцию двигателя;
- существующим расчетным методам свойственна зависимость от ограничений, присущих наземным стендовым испытаниям.

Для устранения выявленных недостатков предлагается использование подхода, основанного на совместной идентификации сил эффективной тяги силовой установки и аэродинамических коэффициентов с применением алгоритма получения отдельных оценок сил эффективной тяги силовой установки на основе методов динамики полета и теории идентификации систем.

Оценивание силы тяги силовой установки является одной из основных задач летных испытаний ЛА [1]. Во-первых, сила тяги является важнейшим параметром, от которого зависят основные ЛТХ ЛА, определяющие его конкурентоспособность и боевые возможности, во-вторых, оценки тяги необходимы для проверки и уточнения математических моделей двигателей, создаваемых до начала этапа летных испытаний, проверки эффективности принятых на этапе проектирования технических решений.

Сложность задачи определения тяги заключается в том, что в летном эксперименте векторы сил тяги двигателей и аэродинамического сопротивления самолета близки к коллинеарным. С точки зрения теории идентификации систем это означает их линейную зависимость и, следовательно, нарушение условия отдельной идентифицируемости [5]. Другими словами, по данным летных испытаний оценивается сумма сил тяги и сопротивления, но не значения каждой из этих составляющих. Этим объясняется широкое распространение на практике метода определения тяги по данным летного эксперимента, заключающегося в том, что сила аэродинамического сопротивления полагается априорно известной, например, по результатам продувок в аэродинамических трубах, и тогда тяга легко оценивается. В отдельных случаях, напротив, постулируется достоверное знание тяги, например, согласно модели, поставленной разработчиком двигателя, что и позволяет найти оценку силы сопротивления.

Очевидно, что такой подход полностью зависит от правильности принятого допущения. Опыт конструирования авиационных двигателей показал, что даже оптимально спроектированный образец требует доводки. Зачастую это связано с недостаточностью имеющихся знаний в области прикладных наук таких, как газодинамика, теория горения, конструкционная прочность и многих других [3]. В свою очередь, выявленные недостатки приводят к невыполнению технических требований, предъявляемых к двигателю заказчиком. Существующие расчетные методы не позволяют оценить в достаточных объемах эффективную силу тяги силовой установки. В связи с этим на данный момент времени единственным средством, позволяющим объективно оценить степень сходимости теоретических выводов с реально полученными результатами, являются испытания [1].

Оценивание силы тяги двигателя воздушного судна [4] при его испытаниях проводится следующими методами: стендовые испытания; летные испытания. В рамках проводимых исследований актуальными являются стендовые испытания, которые позволяют оценить тягу двигателя. Измерение тяги в процессе экспериментальных испытаний газотурбинного двигателя осуществляется с помощью механических, гидравлических динамометров, а также упругих силоизмерителей с тензoeлектрическими датчиками. Определение силы тяги двигателя на стенде методом непосредственных измерений относится к категории прямых измерений.

В основу механических динамометров положено уравнивание измеряемой силы тяги меньшим грузом или силой упругости деформируемого элемента с помощью системы рычагов. Измерение гидравлическими динамометрами осуществляется посредством компенсации приложенных усилий от тяги двигателя за счет уравнивания

ния возникающим давлением жидкости. Наиболее распространенными являются упругие силоизмерители с электрическими датчиками. Определение тяги двигателя осуществляется при помощи специальной подвешенной на гибких лентах динамометрической платформы.

Усилие от тяги газотурбинного двигателя смещает динамометрическую платформу, воздействующую на тензорезисторный датчик. Сигнал, полученный от деформации упругого элемента датчика, преобразуется в цифровой код, а затем поступает в систему регистрации параметров газотурбинного двигателя. Относительная погрешность регистрации параметра, в данном случае силы тяги газотурбинного двигателя, составляет не более 0.3 % [3]. При определении тяги вышеизложенными способами необходимо учитывать, что условия работы двигателя в составе силовой установки на самолете отличаются от условий невозмущенного потока. Для двигателей со сверхзвуковыми воздухозаборниками учет компоновки в основном будет сводиться к потерям давления, для дозвуковых самолетов с двигателями большой степени двухконтурности – к изменению условий истечения из сопла внутреннего контура. Эти факторы приводят к тому, что получаемые на стенде оценки силы тяги могут оказаться некорректными. В связи с этим широкое распространение получили испытания на высотных стендах с имитацией высотно-скоростных условий, максимально приближенных к эксплуатационным [1]. Высотно-скоростные испытания двигателя проводятся следующими способами [2]:

- с полным внешним обтеканием;
- с обдувом свободной струей воздухозаборника двигателя;
- с присоединенным воздухопроводом.

Преимущество данных испытаний по сравнению с летными заключается в возможности использования большого количества измерительного оборудования, регистрирующего большой объем параметров, который эквивалентен объему информации, получаемой в нескольких испытательных полетах. В то же время высотно-скоростные испытания проводятся на больших комплексах с вспомогательным специальным оборудованием [1]. Создание испытательного стенда может быть сопряжено с большими трудностями, чем при создании двигателя. Так, для формирования высотно-скоростных условий воздействия потока на двигатель требуется большой расход воздуха, что неизбежно ведет к созданию соответствующей энергоемкой инфраструктуры (энергетическое оборудование, система топливопитания, газозаборные коммуникации и т.д.), занимающей значительные производственные площади и требующей колоссальных капиталовложений в дорогостоящее оборудование.

Следует отметить, что конструкция современных воздушных судов предполагает высокую степень интеграции силовой установки и планера. Общий газодинамический метод принципиально применим для любого ГТД прямой реакции. Однако практическое использование этого метода имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при его применении для дозвуковых и сверхзвуковых выходных устройств, для форсированных и нефорсированных режимов. Так, для определения тяги двигателей на дозвуковых самолетах с ГТД с отдельными соплами и соплами смешения применяется общий газодинамический метод. На сверхзвуковых ЛА с ГТД с форсажными камерами сгорания и регулируемые входными и выходными устройствами определение тяги двигателей проводится с помощью упрощенных вариантов газодинамического метода, которые предполагают предварительные стендовые испытания двигателя и его последующие исследования на высотных установках в различных условиях по высоте и числу  $M$  полета. В основе общего газодинамического метода лежит выражение для определения стендовой тяги ТРД и ТРДД со смешением потоков [3]:

$$P = M_{гuc} + (p_c - p_n)F_c - M_{вun}, \quad (1)$$

где  $M_v$  и  $M_g$  массовый расход воздуха и газа;  $u_c$  и  $u_n$  – скорости набегающего невозмущенного потока и потока газа на срезе сопла;  $p_n$  и  $p_c$  – статическое давление атмосферного воздуха и в потоке и на срезе сопла;  $F_c$  – площадь среза сопла.

В представленном выражении выходной импульс или тяга сопла:

$$P_c = M_{гис} + (p_c - p_n)F_c, \quad (2)$$

а входной импульс:

$$P_{вх} = M_{вн}. \quad (3)$$

Поскольку штатный технический облик двигателя не предусматривает требуемого числа датчиков, двигатель до начала испытаний необходимо доработать специальным образом. Более того, в целях учета неравномерностей потока газовой смеси в основных сечениях двигателя необходимо установить дополнительные поля датчиков, достаточно полно охватывающих всю плоскость сечения. Так, согласно [2], в схеме препарирования ТРД предусматривается: установка комбинированных групповых приемников полного и статического давления на входе в двигатель для определения суммарного расхода воздуха; установка групповых приемников полного давления и термопар за компрессором высокого давления; установка комбинированных групповых приемников полного и статического давления и термопар на выходе из сопел наружного и внутреннего контуров; дренирование поверхностей капота внутреннего контура и части пилона крепления двигателя на самолете [4].

Известно, что в выходном сечении сопла наблюдается неравномерность полей параметров потока газа, также приемники давлений не могут учитывать такие факторы, как точное значение площади среза и возможную непараллельность потока на выходе из сопла, влияние установленных гребенок датчиков, не исключенную систематическую погрешность измерения статического давления. Для учета влияния перечисленных выше факторов на тягу сопла для ТРД [5]. Определение поправочного  $\psi$  ТРДД вводят поправочный коэффициент тяги коэффициента тяги производится при стендовых испытаниях двигателя с препарированным соплом методом усилий тяги без приемников полного и статического давлений на срезе сопла.

В свою очередь, для ТРДД большой степени двухконтурности с отдельными соплами при определении тяги силовой установки необходимо учитывать импульсы сопел наружного и внутреннего контуров, а также суммарный входной импульс [3]:

$$P = M_{гI} u_{cI} + (p_{cI} - p_n) F_{cI} + M_{вII} u_{cII} - (p_{cII} - p_n) F_{cII} - M_{в\Sigma} u_n, \quad (4)$$

где  $M_{гI}$  – массовый расход газа внутреннего контура;  $M_{вII}$  – массовый расход воздуха наружного контура;  $M_{в\Sigma}$  – суммарный массовый расход воздуха;  $u_n$  – скорость набегающего невозмущенного потока;  $u_{cI}$  и  $u_{cII}$  – скорости потока газа и воздуха на срезе сопел наружного и внутреннего контуров;  $p_{cI}$  и  $p_{cII}$  – статическое давление газа и воздуха на срезе сопел наружного и внутреннего контуров;  $p_n$  – статическое давление атмосферного воздуха в потоке;  $F_{cI}$  и  $F_{cII}$  – площадь среза сопел наружного и внутреннего контуров.

Принимая во внимание, что для ТРДД с отдельными соплами и ступенчатой гондолой часть пилонной подвески двигателя и обтекатель газогенератора внутреннего контура обдуваются потоком воздуха наружного контура, тяга установленного двигателя:

$$P_{уст} = P + X\Sigma, \quad (5)$$

где  $X\Sigma$  – суммарное аэродинамическое сопротивление, состоящее из трения на поверхностях газогенератора и пилонной и, обтекаемых потоком из наружного контура, а также из осевых составляющих сил давления и, действующих на указанные поверхности.

В случае рассмотрения ТРДД без смешения потоков, не имеющего ступенчатой гондолы, со срезом сопел обоих контуров в одном сечении суммарное аэродинамическое сопротивление принимается. Далее внутренняя тяга двигателя рассчитывается стандартным газодинамическим методом, как в случае ТРД и ТРДД со смешением потоков.

Таким образом, анализ отечественного опыта оценивания тяги двигателя показывает, что имеется два основных подхода к оцениванию тяги двигателей в испытаниях, каждому из которых присущи собственные недостатки:

- при проведении стендовых наземных испытаний не удается в полной мере воспроизвести условия полета;
- для летных испытаний требуются специализированные доработки двигателей для установки датчиков давления в основных сечениях газодинамического тракта ГТД;
- невозможно измерить все поле скоростей в связи с конструктивными особенностями сечений ГТД [5].

В то же время, рассматриваемые достоинствами:

- в условиях стендовых испытаний появляется возможность оборудовать двигатель большим количеством измерительной аппаратуры;
- в процессе наземных испытаний оперативно производятся доводочные работы исследуемого образца;
- при проведении летных испытаний в реальных условиях полета.

#### **Список литературы:**

1. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
2. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
3. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.
6. Куликова Т.А. Актуальные вопросы военной метрологии / Т.А. Куликова, М.В. Куликов, С.Е. Чабров // XII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 61-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2022. – С. 99–102.
7. Куликова Т.А. К вопросу о методах испытаний программного обеспечения средств измерений / Т.А. Куликова, С.Е. Чабров // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 154–155.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ  
ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПОВЕРКИ**



**METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF STATISTICAL  
SIMULATION MODEL OF VERIFICATION**

**Куликова Т.А.**

кандидат химических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvkulikov@list.ru

**Чабров С.Е.**

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
chabrov\_s.e@mail.ru

**Аннотация.** В статье авторами проведен анализ методических подходов к статистической имитационной модели поверки средств измерения. Предложенная авторами модель, позволяет оценивать – такие важнейшие характеристики процесса поверки по конкретной методике, как риск заказчика на множестве поверенных СИ и ожидаемое их количество, которое может быть забраковано по результатам поверки без привлечения сведений о ранее выполненных поверках, то есть свободная от необходимости априорного установления статистических характеристик погрешности поступающего на поверку множества СИ.

**Ключевые слова:** измерение, имитационная модель, эталон, погрешность, параметры, показания, прямые измерения, точность измерения.

**Kulikova T.A.**

PhD in Chemical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
mvkulikov@list.ru

**Chabrov S.E.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
chabrov\_s.e@mail.ru

**Abstract.** In the article, the authors analyzed methodological approaches to the statistical simulation model of the verification of measuring instruments. The model proposed by the authors makes it possible to evaluate such important characteristics of the verification process according to a specific methodology as the customer's risk on a set of SI attorneys and their expected number, which can be rejected based on the results of verification without involving information about previously performed verifications, that is, free from the need for a priori establishment of statistical characteristics of the error of the set of SI received for verification.

**Keywords:** measurement, simulation model, standard, error, parameters, indications, direct measurements, measurement accuracy.

Основной государственного регулирования обеспечения единства измерений является обеспечение прослеживаемости средств измерений (СИ) к Государственным первичным эталонам путем их первичной и периодической поверки, что однозначно устанавливается Статьей 5 Закона «Об обеспечении единства измерений: – «измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться ... с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку» и подтверждается Статьей 9: «в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений к применению допускаются средства измерений утвержденного типа, прошедшие поверку в соответствии с положениями настоящего Федерального закона» [1].

Здесь и далее под термином «запас по точности эталона» понимается «отношение предела погрешности поверяемого СИ к пределу погрешности эталона, используемого при поверке ( $\Delta_{СИпр}/\Delta_{РЭпр}$ )».

Традиционно поверка СИ осуществлялась с использованием эталонов, имеющих большой запас точности по отношению к поверяемому СИ – до 10 раз. При этом влияние погрешности эталонов на результат поверки не учитывалось ввиду пренебрежимо малого риска при подтверждении соответствия. В классической литературе считается, что «погрешность прибора определена достаточно достоверно, если погреш-

ность образцового прибора не превышает в десять раз меньшее значение». В более поздних публикациях уточнялось, что трехкратный запас по точности (отношение предела погрешности поверяемого СИ к пределу погрешности эталона, используемого при поверке) достаточен только в случае, «когда при поверке вводят поправки на показания образцовых средств измерений. Если же поправки не вводятся, то образцовые средства выбираются исходя из соотношения 1:5». Указанные рекомендации основывались на очевидных рассуждениях о том, что, так как «погрешность дается в виде числа с одной или максимум с двумя значащими цифрами, причем вторая цифра равна 5» [4], то составляющей погрешности, вклад которой в суммарную погрешность не более чем «несколько единиц второй значащей цифры» [2] можно пренебречь ввиду ее «ничтожности». Некоторые способы увеличения запаса по точности эталона при поверке использованы и в работах автора [2].

С развитием метрологии происходит расширение номенклатуры измеряемых величин, создаются новые СИ и эталоны в таких областях, как измерения параметров ионизирующих излучений, физико-химические измерения, гидроакустические измерения и т.п. [1]. При этом часто не удается обеспечить большой запас точности при поверке рабочих СИ в этих видах измерений. Очевидно, что при уменьшении запаса по точности эталона возрастает вероятность признать годным метрологически неисправный прибор. Поэтому анализ влияния погрешности эталона на результаты поверки и разработка достаточно простого для широкой практики метода учета этой погрешности является актуальной задачей.

Известен метод учета погрешности эталона при поверке СИ путем установления значения контрольного допуска меньшим, чем пределы погрешности этого СИ, причем требуемое соотношение контрольного допуска и пределов погрешности зависит от соотношения пределов погрешностей эталона и поверяемого прибора. Для определения количественного соотношения между контрольным допуском и пределом погрешности поверяемого СИ обычно применяется общий подход по выбору средств измерений по точности для решения типовой задачи измерения погрешности поверяемого СИ с помощью эталона. В инструкциях предлагается пользоваться графиками, выражающими зависимость вероятности брака контроля от технологического рассеивания, погрешности измерений, допуска на контролируемый параметр. Учет этих факторов приводит к необходимости применять «производственный допуск на изделие, более жесткий, чем установленный». Применительно к поверке СИ это означает, что должно вводиться предельное значение погрешности (контрольный допуск), меньшее чем предел погрешности поверяемого прибора на величину, зависящую от погрешности используемого при поверке эталона.

Но такой подход, несмотря на свою очевидность, не получил широкого распространения. К причинам такого положения можно отнести как сложность математического аппарата, используемого при определении предельного значения погрешности, так и затруднения, вызываемые необходимостью изменять предельное значение погрешности в зависимости от точности конкретного эталона [1].

В часто на практике используется подход, основанный на использовании неопределенности измерений при поверке, а именно «в методиках поверки допускается указывать, в каком соотношении должны находиться расширенная неопределенность измерений при поверке и нормы допустимых пределов погрешностей СИ данного утвержденного типа, а также критерии годности СИ измерений с учетом неопределенности измерений при поверке». Это позволяет корректно использовать зачастую уже имеющуюся информацию о неопределенности измерений, выполняемых с использованием того или иного эталона, что существенно облегчает поставленную выше задачу. Тем не менее, предложенные общие принципы требуют конкретизации с целью выработки конкретных и достаточно простых для широкого использования рекомендаций.

В настоящее время принят подход к анализу качества методик поверки средств измерений (СИ) на основе статистической модели, обычно применяемой при анализе процессов допускового контроля качества промышленной продукции. При этом предполагается, что в процессе поверки множества СИ конкретного типа участвует множество эталонов, а их погрешности являются случайными величинами, распределенными



симметрично вокруг нуля. Сам процесс поверки однократен, то есть результат поверки не зависит от предыдущих поверок (один и тот же как для первичной поверки, так и для любой из последующих).

В соответствии с технологическими инструкциями и документами определяются следующие «критерии достоверности поверки» [3]:

- наибольшая вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра СИ;
- отношение наибольшего возможного модуля контролируемой характеристики погрешности экземпляра СИ, который может быть ошибочно признан годным, к пределу ее допускаемых значений.
- наибольшая средняя для совокупности годных экземпляров СИ вероятность ошибочного признания дефектным в действительности годных экземпляров СИ.

Но если рассматривать наиболее распространенный случай, когда в качестве контрольного допуска при поверке используется предел погрешности поверяемого СИ ( $\Delta SI_{пр}$ ), указанные критерии оказываются практически бесполезными. Например, вероятность ошибочного признания годным любого в действительности дефектного экземпляра СИ достигает своего максимального значения в том случае, если измеренное значение погрешности СИ ( $\Delta SI_{изм}$ ) равно  $\Delta SI_{пр}$ . Очевидно, что в этом случае вероятность признать годным любой в действительности дефектный экземпляр СИ равняется 0,5. Отсюда следует, что первый критерий является константой равной 0,5 и не зависит от отношения  $\Delta SI_{пр}$  к пределу погрешности эталона ( $\Delta PЭпр$ ). Значение второго показателя определяется достаточно легко. Действительно, наибольший возможный модуль контролируемой характеристики погрешности экземпляра СИ, который может быть ошибочно признан годным, достигается в случае, если  $\Delta SI_{изм} = \Delta SI_{пр}$  и равняется сумме модулей  $\Delta SI_{р}$  и  $\Delta PЭпр$ .

Значение третьего показателя существенно зависит от априорно принятого распределения погрешностей множества СИ, поступающих на поверку, то есть не может быть однозначно определено.

С помощью указанного подхода невозможно определить функцию распределения погрешности множества СИ, признанных по результатам поверки годными и, следовательно, показателей достоверности поверки на множестве поверенных СИ. Это обусловлено высокой зависимостью результатов расчетов от априорных предположений о статистических характеристиках погрешности множества СИ, поступающих на поверку.

Поэтому оценка качества методик поверки строится на установлении допустимого отношения возможно наибольшего модуля контролируемой характеристики погрешности экземпляра СИ, который могут ошибочно признать годным, к пределу ее допускаемых значений.

В работе [1] отмечается, что «Сложность состоит в том, что из-за отсутствия четкого определения понятия «достоверность контроля (испытаний)» нет общепринятого подхода к выбору критериев достоверности результатов сплошного и выборочного контроля (испытаний). Тот же автор в работе [5] показал, что в качестве основного показателя достоверности поверки целесообразно использовать «риск заказчика»  $R_3$ , представляющий условную вероятность того, что изделие (в нашем случае СИ) является фактически негодным (метрологически неисправным) при условии что оно признано в результате контроля годным – соответствующим всем требованиям нормативных документов (НД) (в результате поверки по действующей методике поверки признано пригодным к применению). Для оценки этого показателя предложено [2] использовать метод имитационного моделирования. Недостатком подхода, использованного в указанной работе, является необходимость оценки параметров распределения погрешности СИ (на множестве однотипных СИ) на основе экспериментальных данных результатов поверки некоторого количества однотипных СИ. Аналогичный подход применен и в работе [1]. Но даже и проведя оценку параметров распределения погрешности СИ, не всегда удается получить корректные оценки параметров результатов поверки. Например, в работе [4] использованы результаты поверки 348 пирометров, тем не менее оценка вероятности ошибки первого рода составила от 20 до 50 %, что не соответствует реальным показателям уровня забракованный по результатам поверки.

Недостатки существующих моделей поверки оказываются критическими при анализе методик поверки с малым запасом по точности эталона. Можно встретить методики поверки, в которых используется двукратный (а в отдельных случаях и менее) запас по точности эталона по отношению к поверяемому СИ. Такие запасы по точности актуальны, например, для гидроакустических измерений, измерений параметров ионизирующих излучений, физико-химических измерений.

Таким образом, актуально создание метода определения распределения погрешности СИ на множестве однотипных СИ и оценки его параметров. Это позволит выработать обоснованные требования и рекомендации к построению и содержанию методик поверки с малым запасом по точности эталона.

Даже если заданы и модель, описывающая взаимосвязь входных и выходной величин, и плотности распределения вероятностей входных величин, тем не менее плотность распределения вероятностей выходной величины, как правило, невозможно определить аналитически [2]. Поэтому для расчета характеристик распределения погрешности СИ на разных этапах процесса поверки целесообразно использовать один из методов Монте-Карло – статистического имитационного моделирования. Как показано в [2], это позволит построить доверительный интервал в соответствии с заданной вероятностью при произвольной функции распределения вероятностей. На основании такого метода должна быть возможной оценка следующих параметров поверки СИ:  $\Delta СИ_{Им}/\Delta СИ_{пр}$  – отношение наибольшего возможного модуля контролируемой характеристики погрешности экземпляра СИ, который может быть ошибочно признан годным, к пределу ее допускаемых значений;

R3 – риск заказчика, вероятность того, что СИ является фактически негодным (метрологически неисправным) при условии что оно признано в результате поверки годным;

Рбрак - вероятность признания СИ негодным (бракованным) по результатам поверки. Этот показатель включает в себя риск производителя РП – вероятность того, что фактически годное (фактически соответствующее всем требованиям) СИ при поверке ошибочно забраковано [25], поэтому справедливо следующее соотношение: Рбрак  $\geq$  РП. В отличие от РП вероятность признания СИ негодным по результату поверки может быть определена экспериментально на основании статистического анализа результатов поверки однотипных СИ.

Если показатели  $\Delta СИ_{Им}/\Delta СИ_{пр}$  и R3 можно отнести к показателям достоверности результатов поверки, то Рбрак относится к показателям экономической эффективности процесса поверки.

Кроме того, к особенностям процесса поверки (по сравнению с контролем и испытаниями продукции) можно отнести:

Передача размера единицы всегда осуществляется по иерархической поверочной схеме – от единственного государственного первичного эталона через вторичный и (или) рабочий эталон к рабочему СИ;

Процесс поверки не только принципиально цикличен, но и обычно одно и то же рабочее СИ периодически, через интервалы между поверками (МПИ) проходит поверку на одном и том же эталоне;

Кроме того, к важнейшим факторам, влияющим на метрологические характеристики (МХ) СИ, следует отнести наличие изменения погрешности СИ от времени [3]. Как указано в [4], «измерять можно лишь тогда, когда техническое средство, предназначенное для этой цели, способно хранить единицу, достаточно стабильную (неизменяемую) по размеру». Следовательно, основным фактором, приводящим к возникновению метрологической неисправности СИ, приводящей к браку при периодической поверке СИ, является «нестабильность МХ СИ – изменение метрологических характеристик (МХ) СИ за установленный интервал времени» [5].

Все эти особенности учтены в разработанной автором комплексной статистической имитационной модели процесса поверки.

Предложена комплексная статистическая имитационная модель процесса поверки, включающая в себя иерархическую модель передачи размера единицы от ГЭТ к СИ, многовариантную модель периодического подтверждения соответствия, модель

изменения МХ СИ в течении интервала между поверками. Модель позволяет оценивать такие важнейшие характеристики процесса поверки по конкретной методике, как риск заказчика на множестве поверенных СИ и ожидаемое их количество, которое может быть забраковано по результатам поверки без привлечения сведений о ранее выполненных поверках, то есть свободная от необходимости априорного установления статистических характеристик погрешности поступающего на поверку множества СИ. Использование этих данных позволит корректно устанавливать параметры методик поверки в широком диапазоне коэффициентов запаса по точности эталона по отношению к поверяемому СИ. Результаты моделирования по разработанной автором модели удовлетворительно совпадают с экспериментальными данными, в том числе и с точки зрения модели изменения погрешности СИ (нестабильности МХ СИ) от поверки к поверке.

#### Список литературы:

1. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
2. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
3. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.

УДК 531.76

**ПРОБЛЕМЫ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ  
ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВИАЦИОННЫМИ ПРИБОРАМИ**



**PROBLEMS OF THE ACCURACY OF MEASUREMENTS  
OF PHYSICAL PARAMETERS BY AIRCRAFT INSTRUMENTS**

**Куликова Т.А.**

кандидат химических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
takulikova@list.ru

**Куликов М.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvkulikov@list.ru

**Чабров С.Е.**

кандидат технических наук  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
chaevs@yandex.ru

**Аннотация.** В статье анализируется общее состояние современной техники, уровень развития методов измерения и проблемы точности измерений авиационных приборов. Развитие радиоэлектроники, радиолокации, навигации, создание новых высокоточных комплексов вооружения и военной техники невозможно без использования точных и надежных методов измерения и измерительных приборов. Авторы отмечают, что разработка авиационных приборов осуществляется с учетом влияния эксплуатационных факторов. Готовые приборы подвергаются испытаниям на степень воздействия этих факторов в соответствии с требованиями действующих стандартов. Основной задачей на стадии проектирования и разработки приборов авионики является вопрос выбора метода измерения. В заключении статьи сделан вывод о возможных перспективах повышения точности и надежности авиационных приборов за счет применения новых методов, путем внедрения различных современных измерителей и цифровой вычислительной техники.

**Ключевые слова:** точность измерений, авиационные приборы, эксплуатационные параметры, методы измерений.

**Kulikova T.A.**

PhD in Chemical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
takulikova@list.ru

**Kulikov M.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
mvkulikov@list.ru

**Chabrov C.E.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
chaevs@yandex.ru

**Abstract.** The article analyzes the general state of modern technology, the level of development of measurement methods and the problems of measurement accuracy of aviation instruments. The development of radio electronics, radar, navigation, the creation of new high-precision weapon systems and military equipment is impossible without the use of accurate and reliable measurement methods and measuring instruments. The authors note that the development of aviation devices is carried out taking into account the influence of operational factors. Finished devices are tested for the degree of influence of these factors in accordance with the requirements of current standards. The main task at the stage of design and development of avionics devices is the question of choosing a measurement method. At the end of the article, a conclusion was made about the possible prospects for improving the accuracy and reliability of aviation instruments through the use of new methods, through the introduction of various modern meters and digital computer technology.

**Keywords:** measurement accuracy, aviation instruments, operational parameters, measurement methods.

Общее состояние современной техники в значительной мере определяется уровнем развития методов измерения и оснащенностью измерительными приборами. Развитие таких отраслей, как радиоэлектроника, радиолокация, телевидение, навигация, создание новых высокоточных комплексов вооружения и военной техники тесно связано с разработкой точных и надежных методов измерения и измерительных приборов.

Характерные черты развития современной техники – значительное расширение круга решаемых задач и многократное усложнение самих технических средств измерения и систем – относятся и к вооружению.

В современных условиях, и это подтверждает опыт боевых конфликтов различной интенсивности, в том числе специальной военной операции на Украине, можно констатировать, что значительно возросла роль высокоточного оружия, расширился круг боевых задач, выполняемых летным составом и боевыми расчетами наземных и воздушных пунктов управления. Стали предъявляться повышенные требования к точности вывода ударных самолетов на цели, согласованности перемещения групп различного тактического назначения в общем боевом порядке и организации взаимодействия между ними в соответствии с заранее отработанным замыслом боевого полета. Важнейшую роль здесь играют приборы наведения высокой точности наряду с умениями и навыками их применения личным составом.

Поддержание на высоком уровне боеспособности и боеготовности войск невозможно без измерений и контроля большого количества параметров и характеристик вооружения и военной техники. Причем по мере развития и совершенствования техники возникает необходимость измерения многих новых, нетрадиционных параметров, в том числе, например, параметров полета воздушного судна, которые необходимы для функционирования систем пилотажно-навигационных комплексов.

В недалеком прошлом при обслуживании самолета-истребителя использовалось около трехсот переносных приборов. Сейчас их количество и сложность таковы, что по стоимости становятся соизмеримыми с обслуживаемым вооружением и военной техникой.

Все более возрастают требования к точности и достоверности измерений. Ведь по их результатам оценивают боеспособность и боеготовность контролируемого объекта боевой техники. Так, например, при эксплуатации сложных боевых систем, расположенных на достаточно большом расстоянии друг от друга, «синхронность» измерений характеристик составляет малые доли секунды, а при применении баллистических ракет это значение измеряется миллиардными долями секунды.

Проблема точности измерений в военном деле имеет огромное значение, поскольку связана с эффективностью применения вооружения и военной техники. Достаточно сказать, что погрешность в измерении температуры топлива тактических ракет на один градус приводит к ошибкам в точности попадания на сто и более метров; неточность в частотно-временной привязке работы наземной и бортовой аппаратуры ракет дальнего действия на одну микросекунду снижает точность попадания на несколько сотен метров.

Непрерывное совершенствование авиационной техники, ужесточение требований безопасности полетов, ставит все более сложные задачи перед современными авиационными приборами. Приборное оборудование воздушного судна служит для получения информации о параметрах, характеризующих пространственное положение и движение воздушного судна в полете, работу авиационных двигателей, систем жизнеобеспечения самолета, предупреждения об опасных режимах полета и сигнализации об отказах. Эта информация необходима для обеспечения выполнения боевых задач и обеспечения безопасности полета, для принятия решения о выборе ручного или автоматического управления воздушным судном, для контроля режимов работы силовых установок, функционирования различных бортовых систем и агрегатов, а также мониторинга состояния окружающей среды. В соответствии с этим они делятся на следующие группы:

- пилотажно-навигационные приборы;
- приборы контроля работы силовой установки;
- приборы контроля работы отдельных бортовых систем и агрегатов;
- приборы контроля параметров окружающей среды.

Пилотажно-навигационные приборы определяют параметры движения воздушного судна (координаты нахождения, высоту, скорость, линейные ускорения), углы его пространственной ориентации относительно земли (углы курса, крена, тангажа) и относительно набегающего воздушного потока (углы атаки, скольжения). К пилотажно-

навигационным приборам относятся: аэрометрические приборы, измерители углов атаки и скольжения, пилотажные гироскопические приборы, курсовые и различные навигационные приборы. Совокупность показаний этой группы приборов определяет необходимые воздействия на управляющие органы летательного аппарата. На современных воздушных судах пилотажно-навигационные приборы, навигационные системы, бортовые вычислительные устройства и системы автоматического управления, как правило, объединяются в пилотажно-навигационный комплекс, представляющий собой большую информационно-управляющую систему.

Приборы контроля работы силовой установки измеряют частоту вращения вала авиационного двигателя, температуру газа и масла, давление топлива, масла и газов, запас и расход топлива, вибрацию и другие параметры. С этой целью используются: тахометры, манометры, термометры, топливомеры, расходомеры, измерители вибрации и другие.

Параметрами, характеризующими работу различных бортовых систем и агрегатов, являются: температура, давление, расход жидкостей и газов, положение различных органов управления воздушного судна и другие. Эти параметры измеряются манометрами, термометрами, указателями расхода воздуха, высоты и перепада давления в гермокабинах, положения закрылков, стабилизаторов и другими приборами.

К параметрам окружающей среды относятся: температура, атмосферное давление, влажность и скорость ветра. Измеряются они барометрами, термометрами, гигрометрами, плотномерами и анемометрами.

Авиационные приборы эксплуатируются в условиях воздействия метеорологических, механических и многих других факторов. Интенсивность влияния этих факторов на приборы во многом зависит от типа воздушного судна, его летно-технических характеристик и места установки авиационных приборов.

Метеорологические факторы могут существенно влиять на работу авиационных приборов и на земле и в полете. Температура воздуха, окружающего воздушное судно может изменяться в пределах от +60 до -60 °С, а в различных зонах самолета достигать +100 °С и даже +300 °С. Такие изменения температуры влияют на линейные размеры деталей, упругость чувствительных элементов и пружин, электрическое сопротивление проводников, магнитное сопротивление магнитопроводов, состояние смазки, состояние полимерных изоляционных материалов. Для снижения вредного воздействия температуры выбирают материалы с малыми температурными коэффициентами расширения, применяют термостатирование и кондиционирование, используют различные методы уменьшения силы трения без использования смазки (например, применение антифрикционных покрытий, содержащих дисульфид молибдена на различных связках) и т.д.

Давление окружающего воздуха зависит от высоты полета воздушного судна. Снижение давления ухудшает отвод тепла от приборов, усиливает испарение смазки, уменьшает напряжение пробоя изоляции, снижает работоспособность негерметичных приборов. Для предотвращения вредных последствий влияния пониженного атмосферного давления применяют изоляционные материалы повышенного качества, уменьшают количество контактных групп, улучшают герметичность приборов и отсеков с оборудованием.

Относительная влажность воздуха может изменяться от 0 до 100 % при полетах на разных высотах. Для авиационных приборов наиболее опасна повышенная влажность воздуха, которая изменяет диэлектрическую проницаемость материалов, ускоряет коррозию металлов, создает угрозу заклинивания подвижных частей приборов или закупорки трубопроводов при возможном замерзании влаги. Для уменьшения влияния повышенной влажности на авиационные приборы производят осушку воздуха в кабинах и отсеках, применяют нержавеющие материалы, защитные лакокрасочные и гальванические покрытия, используют пластмассы с пониженным влагопоглощением, применяют герметизацию и обогрев приборов.

Воздействие механических факторов вызывает смещение положения равновесия подвижных частей приборов, снижение прочности узлов крепления, обрывы проводов в местах пайки, ускоренный износ осей, опор и подшипников, снижение точности работы приборов.

Для уменьшения влияния механических факторов на приборы используются: индивидуальная амортизация приборных досок, тщательная балансировка подвижных частей приборов, прочные и твердые конструкционные материалы, специальная обработка деталей. Для изготовленных приборов обязательна проверка на воздействие механических факторов.

Разработка авиационных приборов осуществляется с учетом перечисленных эксплуатационных факторов. Готовые приборы подвергаются испытаниям на степень воздействия этих факторов в соответствии с требованиями действующих стандартов. Первой и основной задачей на начальной стадии проектирования и разработки того или иного прибора авионики является вопрос выбора метода измерения параметра, подлежащего контролю. В настоящее время для этих целей используются две основные группы методов.

1. Методы, при использовании которых измеряемая неэлектрическая величина преобразуется в соответствующее изменение параметров электрических цепей, питаемых внешним источником электрического тока. При этом сигналы, получаемые от измеряемого объекта, служат только для управления энергией постороннего источника, включенного в электрическую цепь. Так как в данном случае основным является изменение параметров электрических цепей под действием сигнала от измеряемого объекта, то эти методы и соответственно датчики, производящие измерения с использованием этого метода, называются параметрическими. К параметрическим методам относятся методы, основанные на изменении сопротивления, емкости и индуктивности электрических цепей.

2. Методы, при использовании которых сигналы, получаемые от измеряемого объекта, непосредственно преобразуются в электрические сигналы. При этом нужный эффект преобразования может быть получен в отсутствие внешних источников тока за счет преобразования сигналов различного рода в электрические (генерирование электрической энергии), поэтому они и, соответственно, датчики, производящие измерения с использованием этого метода, называются генераторными. К генераторным методам относятся электромагнитный, термоэлектрический, пьезоэлектрический и другие.

В авиации применяются следующие методы измерения физических параметров:

- метод измерения сопротивления, использующий зависимость электрического сопротивления резистора от различных неэлектрических величин – температуры окружающей среды, давления, деформации, длины резистора и т.д. (используется, например, датчиками температуры);
- емкостной метод, в основу которого положена известная зависимость емкости от диэлектрической постоянной диэлектрика, расстояния между электродами и эффективной площадью электродов (используется датчиками топливомера);
- индуктивный метод, в основу которого положено свойство катушки проводов изменять свое реактивное (индуктивное) сопротивление при изменении некоторых ее параметров, определяющих величину индуктивности, а именно – числа витков проводов катушки, величины и площади воздушного зазора, длины средней линии и площади сечения сердечника, магнитной проницаемости воздуха и материала сердечника (используется датчиками давления и сигнализаторами топливомеров);
- магнитострикционный метод, основанный на использовании явления магнитострикции – изменения формы и размеров тела при намагничивании;
- фотоэлектрический метод, где используются различные электрические эффекты, возникающие при освещении некоторых материалов световыми лучами;
- ионизационный метод, основанный на использовании явления протекания электрического тока через ионизированный газ (используется датчиками противопожарных систем);
- электрохимический метод, основанный на электрохимическом преобразовании неэлектрической величины в электрический сигнал;
- электромагнитный метод, основанный на прямом использовании закона электромагнитной индукции (используется датчиками оборотов);
- термоэлектрический метод, основанный на эффекте Зеебека, который заключается в возникновении Э.Д.С. в замкнутой цепи, состоящей из двух последовательно

соединенных разнородных проводников, если спаи проводников имеют разные температуры (используется датчиками температуры);

– пьезоэлектрический метод, основанный на использовании пьезоэлектрического эффекта, и другие.

В перспективе повышение точности и надежности работы авиационных приборов могут быть достигнуты за счет применения новых технологических, конструктивных, а также алгоритмических методов, путем внедрения современных лазерных, пьезоэлектрических и пьезоэлектрических измерителей, и цифровой вычислительной техники.

**Список литературы:**

1. Антонец Е.В. Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы / Е.В. Антонец, В.И. Смирнов, Г.А. Федосеева. – Ульяновск : УВАУ ГА, 2007. – Ч. 1. – 119 с.
2. Косимов Д.У. Реформа организации воздушного движения в России. Новые единицы измерения / Д.У. Косимов, Т.А. Куликова, М.В. Куликов // XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 344–346.
3. Куликова Т.А. Актуальные вопросы военной метрологии / Т.А. Куликова, М.В. Куликов, С.Е. Чабров // XII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 61-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2022. – С. 99–102.
4. Куликова Т.А. К вопросу о методах испытаний программного обеспечения средств измерений / Т.А. Куликова, С.Е. Чабров // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 154–155.
5. Прилепский В.А. Авиационные приборы. – Самара : Изд-во Самарского университета, 2016. – 316 с.
6. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
7. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
8. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
9. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
10. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.



УДК 678.686

ЭПОКСИДСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИМЕРЫ  
◆◆◆◆  
EPOXY-CONTAINING POLYMERS

**Стрельцов Д.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Зоберт М.К.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Куликов М.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mvkulikov@list.ru

**Куликова Т.А.**

кандидат химических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
takulikova@list.ru

**Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению эпоксидсодержащих полимеров, которые благодаря большому разнообразию свойств находят применение в самых разных отраслях техники. Одной из важнейших является авиационно-космическая отрасль. Авторы рассматривают различные типы эпоксиполимеров – эпоксидиановые и эпоксिनovolачные смолы, эпоксидированные каучуки, методы их получения. Отдельное внимание уделено процессам отверждения эпоксидных смол. Описаны разные группы отвердителей, механизм их действия, влияние на структуру и свойства конечного продукта.

**Ключевые слова:** эпоксидные смолы, эпоксидная группа, эпоксидирование, отвердитель, сшитый полимер.

**Streltsov D.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Zobert M.K.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kulikov M.V.**

PhD in Technology Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
mvkulikov@list.ru

**Kulikova T.A.**

PhD in Chemistry Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
takulikova@list.ru

**Abstract.** The article is devoted to the consideration of epoxy-containing polymers, which, due to a wide variety of properties, are used in various branches of technology. One of the most important is the aerospace industry. The authors consider various types of epoxy polymers – epoxydian and epoxy novolac resins, epoxidized rubbers, methods for their preparation. Special attention is paid to the curing of epoxy resins. Different groups of hardeners are described, their mechanism of action, influence on the structure and properties of the final product.

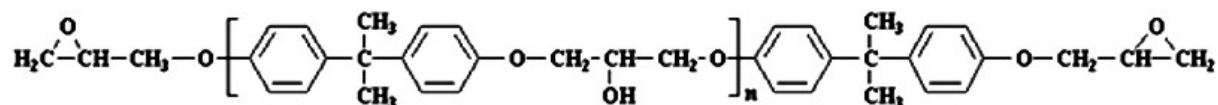
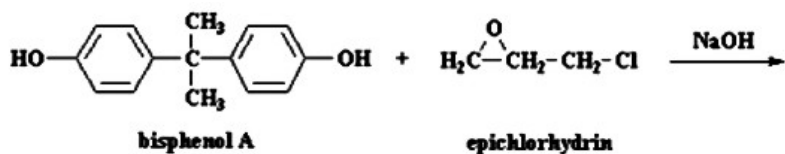
**Keywords:** epoxy resins, epoxy group, epoxidation, hardener, cross-linked polymer.

Эпоксидные олигомеры и полимеры получили широкое распространение в качестве основы различного вида клеев, герметиков, заливочных компаундов, лакокрасочных материалов и электроизоляционных лаков, пластмасс и композиционных материалов, которые применяются в авиационной, строительной, автомобильной, радиоэлектронной промышленности, в судостроении и др. [1, 2, 4, 5, 11–13]. Их основными преимуществами в сравнении с другими связующими являются высокая прочность при различных видах нагружения, высокая адгезия ко многим материалам, хорошие электроизоляционные свойства и химическая стойкость, незначительная усадка и отсутствие летучих продуктов при отверждении.

Эпоксидными смолами называют полимеры, содержащие не менее двух эпоксидных групп  $\text{>C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{---} \end{array} \text{C}<$ , расположенных на концах или статистически распределенных вдоль основной цепи. Высокая реакционная способность этих групп позволяет образо-

вывать пространственно сшитые структуры за счет взаимодействия с соединениями с различными функциональными группами.

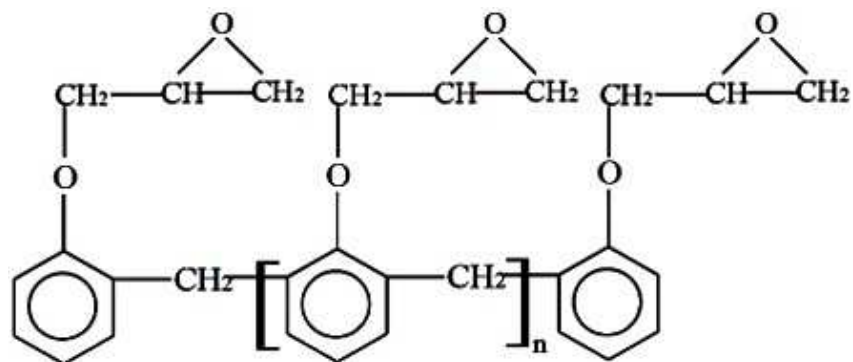
Эпоксидные смолы чаще всего получают путем взаимодействия эпихлоргидрина и протондонорных соединений – фенолов, спиртов, аминов и др. Наиболее распространенными являются так называемые эпоксидиановые смолы – олигомеры на основе дифенилолпропана (диана или бисфенола А) и эпихлоргидрина.



Полученные продукты содержат концевые эпоксидные группы и расположенные вдоль цепи гидроксильные, что позволяет применять для их отверждения широкий спектр соединений различных классов и варьировать режимы отверждения в широком диапазоне.

Смолы этого типа с молекулярной массой до 1000 являются вязкими жидкостями, а выше 1000 – стеклообразными продуктами. Они хорошо растворяются в ароматических углеводородах, кетонах, эфирах. Композиты на основе этих смол обладают хорошими механическими свойствами, высокой стойкостью к действию органических растворителей, окислителей, растворов щелочей и солей.

Кроме эпоксидиановых смол в промышленности находят применение полиэпоксиды, получаемые при взаимодействии новолачных фенолформальдегидных смол с избытком эпихлоргидрина:



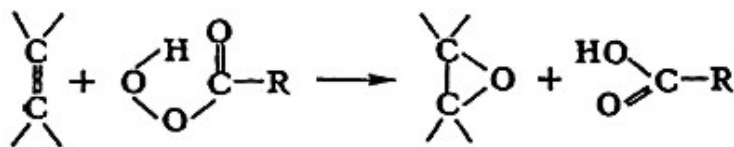
где  $n = 1-10$ .

Содержание эпоксигрупп в таких смолах значительно выше, что позволяет формировать при отверждении полимеры с более высокой степенью сшивки. Благодаря этому подобные системы обладают определенными преимуществами в сравнении с эпоксидиановыми смолами:

- высокая теплостойкость;
- сохранение хороших прочностных и адгезионных свойств при повышенных температуре и влажности;
- повышенная устойчивость к действию растворителей, кислот и щелочей.

Основное применение эпоксиноволачных смол – в качестве тепло- и химически стойких связующих для стеклопластиков, клеев, заливочных компаундов в электротехнике, покрытий по металлам.

Сравнительно новый класс эпоксидных полимеров получают путем эпоксидирования непредельных соединений, в частности каучуков. Эпоксидирование может быть осуществлено по реакции Прилежаева – взаимодействии органических надкислот (надуксусной, надмуравьиной, надбензойной и мононадфталевой) с двойными связями олефина [3, 8]:



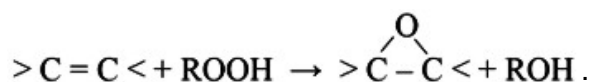
$\text{R} = \text{Alk}, \text{Ar}, \text{H}$  и др.

Наряду с эпоксидированием возможно протекание побочных процессов, которые существенно снижают степень эпоксидирования. Гидроксильные группы, образующиеся в результате побочных реакций, снижают термическую стабильность эпокси-полимеров, являясь катализаторами разложения эпоксигрупп при повышенных температурах. Межмолекулярные реакции гидроксильных групп с эпоксидными могут приводить к образованию сшитых нерастворимых продуктов. Кроме того сам процесс обладает рядом существенных недостатков:

- высокая коррозионная активность и взрывоопасность реакционной среды;
- низкая селективность процесса вследствие протекания побочных реакций раскрытия эпоксикольца;
- сложность отделения продукта от органических кислот и утилизации их из сточных вод.

В качестве эпоксидирующих агентов для непредельных соединений могут быть использованы также молекулярный кислород и пероксид водорода. Однако, невысокие показатели процесса и ряд других недостатков осложняет использование таких методов эпоксидирования в промышленном масштабе.

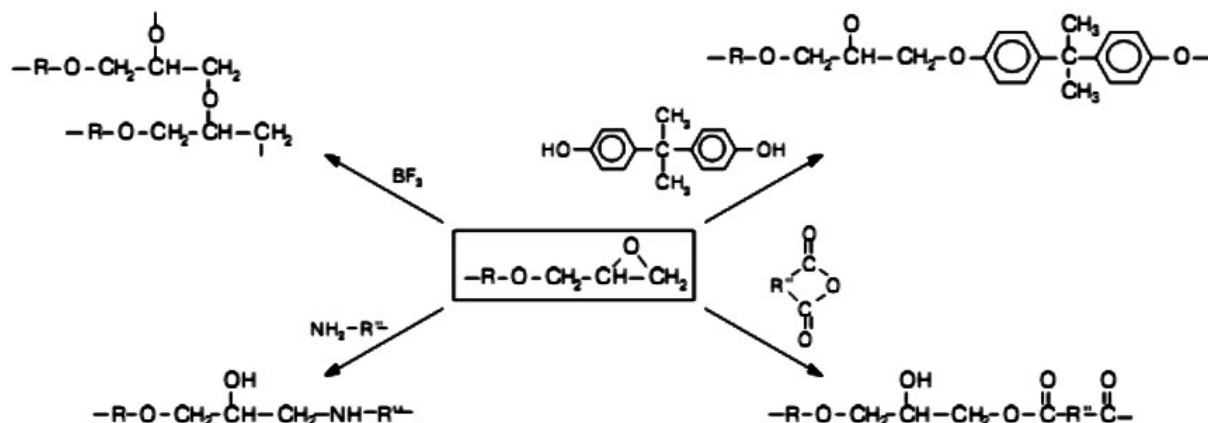
Более перспективным методом эпоксидирования непредельных полимеров представляется эпоксидирование органическими гидропероксидами в присутствии соединений металлов переменной валентности, которые вызывают гетеролиз связи O–O в сравнительно мягких условиях [6, 9, 10]:



Эпоксидирование каучуков органическими гидропероксидами осуществляют при температуре 80–130 °С в среде растворителя. В качестве катализаторов используются соли, оксиды, комплексные соединения молибдена и ванадия. Вода, независимо от вида катализатора, очень сильно ингибирует реакцию, поэтому реагенты должны быть максимально осушены. Метод позволяет проэпоксидировать до половины имеющихся в полимере двойных связей.

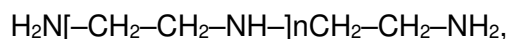
Преимуществами эпоксидированных каучуков и вулканизатов на их основе являются повышенные электроизоляционные свойства, масло- и бензостойкость, широкие возможности варьирования механических свойств, хорошие газонепроницаемость и демпфирующие свойства. Наиболее перспективными направлениями их использования являются получение на их основе клеев, герметиков, армированных пластиков, защитных поверхностных покрытий, стабилизаторов полимеров.

Эпоксидные группы способны взаимодействовать с химическими соединениями, относящимися к разным классам, с образованием трехмерных структур. Применяемые отвердители для эпокси-полимеров по механизму действия могут быть разделены на сшивающие отвердители (первичные и вторичные амины, диамины, полиамины, карбоновые кислоты и их ангидриды, фенолы), химически взаимодействующие с функциональными группами эпоксидных полимеров, и отвердители каталитического действия (кислоты Льюиса, третичные амины, гидроксиды и алкоколяты щелочных металлов), вызывающие полимеризацию по эпоксидным группам. Действие указанных отвердителей может быть представлено следующей схемой:



Строение и свойства шитых полимеров, полученных с использованием разных отвердителей значительно различаются.

В качестве отвердителей аминного типа широко используются алифатические амины – 1,6-гексаметилендиамин и полиэтиленполиамин общей формулы:



где  $n = 1-4$  и ароматические амины – м-фенилендиамин, 4,4'-диаминодифенилметан и другие.

Первые обладают достаточно высокой активностью уже при комнатной температуре и применяются для холодного отверждения эпоксидных смол. Вторые менее активны и требуют температур отверждения на уровне  $150\text{ }^\circ\text{C}$  и выше. Отвержденные полимеры отличаются высокими адгезией к разным материалам, механическими свойствами, стойкостью по отношению к растворам солей и щелочей. Среди недостатков аминных отвердителей можно отметить их токсичность, летучесть, необходимость строго выдерживать соотношение компонентов в рецептуре.

В качестве кислотных отвердителей как правило используются циклические ангидриды карбоновых кислот – малеиновый, фталевый, изометилтетрагидрофталевого и другие. Отверждение ангидридами происходит при температурах  $120-180\text{ }^\circ\text{C}$ . Отвержденные материалы обладают наилучшей теплостойкостью в сравнении с полученными другими методами, высокой стойкостью к действию кислот. Применение в качестве отвердителей многоосновных минеральных и органических кислот позволяет снизить температуры процесса, повысить стойкость шитых полимеров к действию ароматических и алифатических углеводородов, щелочей при сохранении высокой кислотостойкости.

Кислоты Льюиса (такие как  $BF_3$ ,  $SnCl_4$  и др.), относящиеся к отвердителям каталитического действия, инициируют полимеризацию с участием эпоксидных групп по катионному механизму. В качестве отвердителей, вызывающих полимеризацию по анионному механизму, применяются триэтаноламин, 2, 4, 6-трис (диметиламинометил) фенол, способные отверждать эпоксидные смолы на холоду. К этой же группе отвердителей относятся имидазолы (например, 2-этил-4-метилимидазол), придающие отвержденным продуктам повышенную теплостойкость.

Таким образом, эпоксидные смолы, имеющие разнообразную структуру, значения молекулярных масс, способные отверждаться под действием широкого спектра соединений разных классов, являются одним из самых массовых видов полимеров, используемых в технике. Их мировое производство сегодня находится на уровне 3,5 млн тонн. Важнейшим потребителем материалов на основе эпоксидных смол является авиационно-космическая отрасль.

### Список литературы:

1. Бобович Б.Б. Полимерные конструкционные материалы (структура, свойства, применение. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. – 400 с.
2. Бондаренко М.С. Использование полимерных композиционных материалов в конструкции вертолета / М.С. Бондаренко, М.В. Куликов, Т.А. Куликова // Сборник научных статей

- IX Междунар. научно-практич. конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского» / МО РФ, КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 469–473.
3. Жидкие углеводородные каучуки / М.М. Могилевич, Б.С. Туров, Ю.Л. Морозов, Б.Ф. Уставщиков. – М. : Химия, 1983. – 200 с.
  4. Кепков В.Д. Применение полимерных композиционных материалов в современном авиастроении / В.Д. Кепков, М.В. Куликов, Т.А. Куликова; МО РФ, КВВАУЛ // Сборник научных статей VIII Междунар. научно-практич. конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – С. 186–190.
  5. Куликов М.В. Стеклопластики в авиации / М.В. Куликов, Т.А. Куликова; КВВАУЛ // XI Междунар. научно-практич. конф. молодых ученых, посвященная 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос : сборник научных статей. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – С. 337–339.
  6. Пленкообразующие на основе низкомолекулярных эпоксицированных бутадиевстирольных сополимеров / О.В. Богуславская, М.В. Куликов, Н.С. Минеева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2010. – Т. 53. № 11. – С. 84–86.
  7. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин [и др.]; Под ред. А.А. Берлина. – СПб. : Пролфессия, 2008. – 560 с.
  8. Прилежаева Е.Н. Реакция Прилежаева. Электрофильное присоединение. – М. : Наука, 1974. – 332 с.
  9. Синтез и свойства эпоксицированных низкомолекулярных сополимеров бутадиевстирола / М.В. Куликов, Б.С. Туров, Н.С. Минеева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54. № 12. – С. 91–93.
  10. Структура и свойства эпоксицированных олигодиенов различного строения / О.С. Горячева, М.В. Куликов, Н.С. Минеева, Б.С. Туров // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2008. – Т. 51. № 8. – С. 49–51.
  11. Хайрулин А.П., Куликов М.В., Куликова Т.А. Применение углепластиков в аэрокосмической отрасли // Сборник научных статей XII Междунар. научно-практич. конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского» / КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – С. 107–110.
  12. Чернин И.З., Смехов Ф.М., Жердев Ю.В. Эпоксидные полимеры и композиции. – М. : Химия, 1982. – 232 с.
  13. Яруллин К.Р., Куликов М.В., Куликова Т.А. Применение композиционных материалов в авиастроении // VI Междунар. научно-практич. конф. молодых ученых, посвященная 55-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос : сборник научных статей / КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – С. 17–20.

УДК 004.3

**АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ  
СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**



**NEURAL NETWORK DEVELOPMENT ALGORITHM  
AS ONE OF THE METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE CREATION**

**Атрощенко В.А.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kubgtu@mail.ru

**Сингаевский Н.А.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kubgtu@mail.ru

**Чигликова Н.Д.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kubgtu@mail.ru

**Аннотация.** Авторы рассматривают алгоритм разработки нейронной сети, как один из методов создания искусственного интеллекта. В статье анализируется алгоритм, полученный на основе приведенной схемы, однако он не ограничивается данной схемой и может быть использован для любой схемы нейронной сети с учетом взаимосвязи индексов слоев, используемых в сети. Применение данного алгоритма на языке Python позволит построить нейронную сеть и обучить ее по методу градиентного спуска.

**Ключевые слова:** модель, алгоритм, нейронная сеть, методы, искусственный интеллект, сигнал, слой, индекс, градиентный спуск.

**Atroschenko V.A.**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
kubgtu@mail.ru

**Singaevsky N.A.**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
kubgtu@mail.ru

**Chiglikova N.D.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
kubgtu@mail.ru

**Abstract.** The authors consider the neural network development algorithm as one of the methods for creating artificial intelligence. The article analyzes the algorithm obtained on the basis of the above scheme, but it is not limited to this scheme and can be used for any neural network scheme, taking into account the relationship of the indexes of layers used in the network. The use of this algorithm in Python will allow you to build a neural network and train it using the gradient descent method.

**Keywords:** model, algorithm, neural network, methods, artificial intelligence, signal, layer, index, gradient descent.

**И**скусственные нейросеть (ИНС) – это программная реализация нейронных структур нашего мозга. Мы не будем обсуждать сложную биологию нашей головы, достаточно знать, что мозг содержит нейроны, которые являются своего рода органическими переключателями. Они могут изменять тип передаваемых сигналов в зависимости от электрических или химических сигналов, которые в них передаются. Нейросеть в человеческом мозге – огромная взаимосвязанная система нейронов, где сигнал, передаваемый одним нейроном, может передаваться в тысячи других нейронов. Обучение происходит через повторную активацию некоторых нейронных соединений. Из-за этого увеличивается вероятность вывода нужного результата при соответствующей входной информации (сигналах). Такой вид обучения использует обратную связь – при правильном результате нейронные связи, которые выводят его, становятся более плотными.

Изучение и использование искусственных нейронных сетей, в принципе, началось уже достаточно давно – в начале 20 века, но по настоящему широкую известность

они получили несколько позже. Связано это, в первую очередь, с тем, что стали появляться продвинутое (для того времени) вычислительные устройства, мощности которых были достаточно велики для работы с искусственными нейронными сетями. По сути, на данный момент можно легко смоделировать нейронную сеть средней сложности на любом персональном компьютере.

Искусственные нейронные сети имитируют поведение мозга в простом виде. Они могут быть обучены контролируемым и неконтролируемым путями. В контролируемой ИНС, сеть обучается путем передачи соответствующей входной информации и примеров исходной информации. Например, спам-фильтр в электронном почтовом ящике: входной информацией может быть список слов, которые обычно содержатся в спам-сообщениях, а исходной информацией – классификация для уведомления (спам, не спам).

Для понимания процесса создания искусственного интеллекта используем метод нейронной сети с функцией активации СИГМОИДА. Пусть простейшая нейронная сеть имеет следующий вид, рисунке 1.

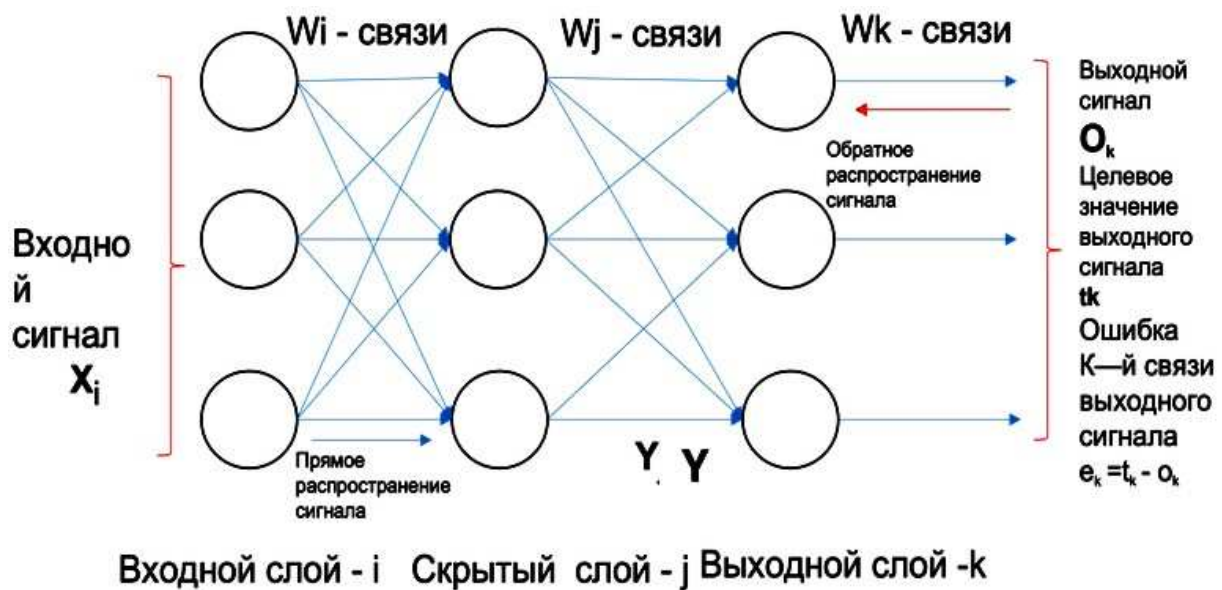


Рисунок 1 – Схема нейронной сети

Прямое распространение входного сигнала X можно описать следующим выражением в матричной форме:

$$W \times X = Y', \tag{1}$$

где

$$W = \begin{matrix} \begin{matrix} w_{11} & \dots & w_{1i} \\ \dots & \dots & \dots \\ w_{i1} & & w_{ii} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{Матрица связей входного слоя со} \\ \text{скрытым слоем} \end{matrix} \end{matrix}$$

$$X = \begin{matrix} \begin{matrix} x_1 \\ \dots \\ x_i \end{matrix} & \begin{matrix} \text{Вектор столбец входных сигналов} \end{matrix} \end{matrix}$$

$$Y' = \begin{matrix} \begin{matrix} y_1 \\ \dots \\ y_j \end{matrix} & \begin{matrix} \text{Вектор столбец взаимодействия входных сигналов и} \\ \text{матрицы связей входного слоя} \end{matrix} \end{matrix}$$

Тогда входной сигнал скрытого слоя (он же и выходной сигнал входного слоя) можно получить, как произведения сигмоидальной функции на вектор Y', т.е.:

$$\text{Sig} \times Y' = Y, \quad (2)$$

где  $\text{Sig} = 1/(1 + e^{-x})$  – сигмоидальная функция.

Соответствующие выражения будут для получения выходного сигнала скрытого слоя и выходного сигнала всей нейросети:

$$W_j \times Y = O';$$

$$\text{Sig} \times O' = O.$$

При этом все индексы связей должны быть равны между собой  $i = j = k$ .

Другое дело равенство самих связей в сети может быть равно НУЛЮ, что будет показывать отсутствие данной связи в любом рассматриваемом слое.

На этом заканчивается первый этап получения прямого распространения нейронной сети и получения ее выходного вектора  $O$ .

Следующий этап начинается с обучения нейронной сети с целью минимизации ее ошибки  $e$ . При этом в качестве ошибки будем рассматривать квадратичную функцию:

$$e_k^2 = (t_k - o_k)^2,$$

что позволит оценивать абсолютную величину ошибки и не учитывать ее знак. Вместе с этим рассматривается обратное распространение нейронной сети для того, чтобы учесть влияние ошибок всех связей прямого распространения на ошибки выходного сигнала. С учетом того, что ошибка выходного слоя может быть представлена матрицей  $E$ :

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ \dots \\ e_k \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Распространение ошибки для скрытого  $j$ -го слоя можно представить следующим образом:

$$WT_j \times E = EJ, \quad (4)$$

где  $WT_j$  – транспонированная матрица связей  $j$ -го скрытого слоя.

Для коррекции связей слоев сети используем математический метод градиентного спуска, который позволяет оценить как происходит изменение общей ошибки  $E$  в зависимости от каждой связи сети  $w_{jk}$  или  $w_{ij}$ :

$$g = \partial E / \partial w_{jk}. \quad (5)$$

Тогда градиент  $g_k$  для выхода сети с  $k$ -ыми связями имеет вид:

$$g_k = \frac{\partial E}{\partial w_{jk}} = \frac{\partial}{\partial w_{jk}} (\sum_{k=1}^n t_k - o_k)^2 = -2(t_k - o_k) \frac{\partial}{\partial w_{jk}} \text{Sig}(\sum_k w_{jk} o_k). \quad (6)$$

Учтем производную сигмоиды и избавимся от коэффициента 2, который не влияет на изменение градиента  $g_k$  и получим значение градиента для  $k$ -того выхода нейросети:

$$\frac{\partial e_k}{\partial w_{jk}} = -(t_k - o_k) \text{Sig}(\sum_k w_{jk} o_k) (1 - \text{Sig}(\sum_k w_{jk} o_k)). \quad (7)$$

Как определили градиент  $\frac{\partial e_k}{\partial w_{jk}}$  точно также определяем градиент для ошибки скрытого слоя и всех его связей  $\frac{\partial e_j}{\partial w_{ij}}$ .

При известных градиентах различных слоев определяем новые значения связей нейросети на основании старых связей:

$$W_{jkn} = W_{jkst} - a \frac{\partial e_k}{\partial w_{jk}}, \quad (8)$$

где  $a$  – выбранный коэффициент обучения нейронной сети.



Изменение величин связей нейронной сети  $W_{jk}^n$  продолжается до тех пор, пока не получим ошибку требуемого значения.

Расчеты значений весов, которые соединяют слои в сети, это как раз то, что мы называем обучением системы. В контролируемом обучении идея заключается в том, чтобы уменьшить погрешность между входом и нужным выходом. Если у нас есть нейросеть с одним выходным слоем и некоторой вход  $x$  и мы хотим, чтобы на выходе было число 2, но сеть выдает 5, то нахождение погрешности выглядит как  $abs(2-5) = 3$ . Говоря языком математики, мы нашли норму ошибки L1 (Это будет рассмотрено позже).

Смысл контролируемого обучения в том, что предоставляется много пар вход-выход уже известных данных и нужно менять значения весов, основываясь на этих примерах, чтобы значение ошибки стало минимальным. Эти пары входа-выхода обозначаются как  $(x^{(1)}, y^{(1)})$ , ...,  $(x^{(m)}, y^{(m)})$ , где  $m$  является количеством экземпляров для обучения. Каждое значение входа или выхода может представлять собой вектор значений, например  $x^{(1)}$  не обязательно только одно значение, оно может содержать  $N$ -размерный набор значений. Предположим, что мы обучаем нейронную сеть выявлению спам-сообщений – в таком случае  $x^{(1)}$  может представлять собой количество соответствующих слов, которые встречаются в сообщении:

Данный алгоритм, хоть и получен на основании приведенной схемы, однако он не ограничивается данной схемой и может быть использован для любой схемы нейронной сети с учетом взаимосвязи индексов слоев, используемых в сети. Применение данного алгоритма на языке Python позволит построить нейронную сеть и обучить ее по методу градиентного спуска.

#### Список литературы:

1. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
2. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
3. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.

УДК 004.318

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ ЭМУЛЯЦИИ  
ОДНОТАКТНОГО ПРОЦЕССОРА ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ



DEVELOPMENT OF SOFTWARE EMULATION  
SINGLE-STROKE PROCESSOR FOR CONTROL SYSTEMS

**Атрощенко В.А.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kubgtu@mail.ru

**Сингаевский Н.А.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kubgtu@mail.ru

**Тигров С.И.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kubgtu@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрено проектирование процессора для реализации в базе программируемых логических интегральных схем с использованием САПР Quartus II для обеспечения выполнения следующих 16 операций: арифметическое сложение, арифметическое вычитание, чтение данных из памяти в регистр, запись данных из регистра в память, арифметическое сложение с константой, условный переход, два безусловных перехода, деление, умножение, логическое «И», логическое «ИЛИ», логическое «И» с константой, логическое «ИЛИ» с константой, исключающее «ИЛИ», исключающее «ИЛИ» с константой. Такой процессор можно использовать для быстрых систем управления с множеством изменяемых параметров объекта управления.

**Ключевые слова:** микропроцессор, система команд, регистр, адресация.

**Atroschenko V.A.**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kubgtu@mail.ru

**Singaevsky N.A.**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
kubgtu@mail.ru

**Tigrov S.I.**

Student,  
Kuban State Technological University  
kubgtu@mail.ru

**Abstract.** The design of a processor for implementation in the basis of programmable logic integrated circuits using Quartus II CAD to ensure the following 16 operations: arithmetic addition, arithmetic subtraction, reading data from memory to register, writing data from register to memory, arithmetic addition with a constant, conditional transition, two unconditional transitions, division, multiplication, logical «AND», logical «OR», logical «AND» with a constant, logical «OR» with a constant, excluding «OR», excluding «OR» with a constant. Such a processor can be used for fast control systems with many changeable parameters of the control object.

**Keywords:** microprocessor, command system, register, addressing.

**В** данной работе предлагается разработать эмуляцию 32-х битного процессора MIPS32 (Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages), созданного одноименной компанией MIPS Computer Systems (в настоящее время WaveComputing) по стандарту проектирования процессоров RISC (reduced instruction set computer). Главной отличительной особенностью этой архитектуры стал не приостанавливаемый конвейер, а также упрощенный набор команд. Архитектура процессора MIPS32 включает в себя регистры, память инструкций, память данных и контроллер, определяющий логику выполнения команд. MIPS имеет 32 регистра для целочисленных операций. На рисунке 1 представлена структурная схема разрабатываемого процессора.

Разрабатываемый процессор выполняет 16 основных операций, представленных в таблице 1. В столбце «Пример команды» даны примеры команд для каждой операции, а в столбце «Пример изменяемых операндов» – возможные регистры и кон-

станты необходимые для выполнения соответствующей операции, где *rs* и *rt* – регистры-источники, *rd* – регистр-назначение, *imm* – константа, *addr* – адрес назначения. Для каждой операции задан уникальный шестибитный код.

ЦПУ

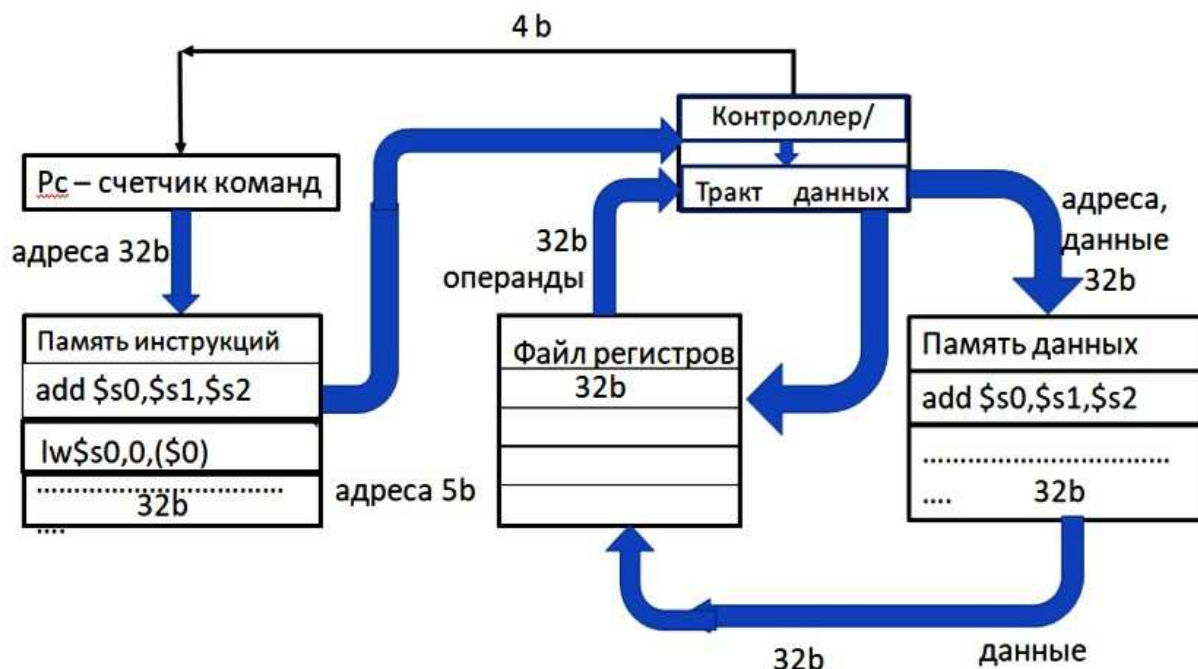


Рисунок 1 – Структурная схема процессора

Таблица 1 – Система команд процессора MIPS32

№ п/п	Код операции	Мнемоническое обозначение	Расшифровка	Пример команды	Пример изменяемых операндов
1	100000	add	Сложение	add \$s0, \$s1, \$s2	rs = \$s1, rt = \$s2, rd = \$s0
2	001000	addi	Сложение с константой	addi \$s0, \$s1, 4	rs = \$s0, rt = \$s1, imm = 4
3	100010	sub	Вычитание	sub \$s0, \$s1, \$s2	rs = \$s1, rt = \$s2, rd = \$s0
4	100011	lw	Чтение данных из памяти в регистр	lw \$s0, 5 (\$0)	rs = \$0, rt = \$s0, imm = 5
5	101011	sw	Запись данных из регистра в память	sw \$s0, 4 (\$0)	rs = \$0, rt = \$s0, imm = 5
6	000100	beq	Условный переход	beq \$s0, \$s1, 4	rs = \$s0, rt = \$s1, imm = 4
7	000101	bne	Условный переход	bne \$s0, \$s1, 4	rs=\$s0, rt=\$s1, imm=4
8	000010	j	Безусловный переход	j 5	addr = 5
9	000011	div	Деление	div \$s0, \$s1, \$s2	rs = \$s1, rt = \$s2, rd = \$s0
10	000010	mul	Умножение	mul \$s0, \$s1, \$s2	rs = \$s1, rt = \$s2, rd = \$s0
11	100100	and	Логическое «И»	and \$s0, \$s1, \$s2	rs = \$s1, rt = \$s2, rd = \$s0
12	001100	andi	Логическое «И» с константой	andi \$s0, \$s1, 4	rs = \$s1, rt = \$s0, imm = 4
13	100101	or	Логическое «ИЛИ»	or \$s0, \$s1, \$s2	rs = \$s1, rt = \$s2, rd = \$s0
14	001101	ori	Логическое «ИЛИ» с константой	ori \$s0, \$s1, 4	rs = \$s1, rt = \$s0, imm = 4
15	100110	xor	Исключающее «ИЛИ»	xor \$s0, \$s1, \$s2	rs = \$s1, rt = \$s2, rd = \$s0
16	001110	xori	Исключающее «ИЛИ» с константой	xori \$s0, \$s1, 4	rs = \$s1, rt = \$s0, imm = 4

В системе автоматического проектирования Quartus II была создана схема разрабатываемого процессора (рис. 2). На данной схеме можно увидеть пять основных модулей, из которых состоит процессор:

- память инструкций (в этом модуле в двоичном коде хранятся инструкции программы, выполняемой процессором);
- память данных (для хранения операндов);
- файл регистров (хранит и реализует значения внутренних регистров процессора);
- счетчик команд (program counter);
- шина данных и контроллер.

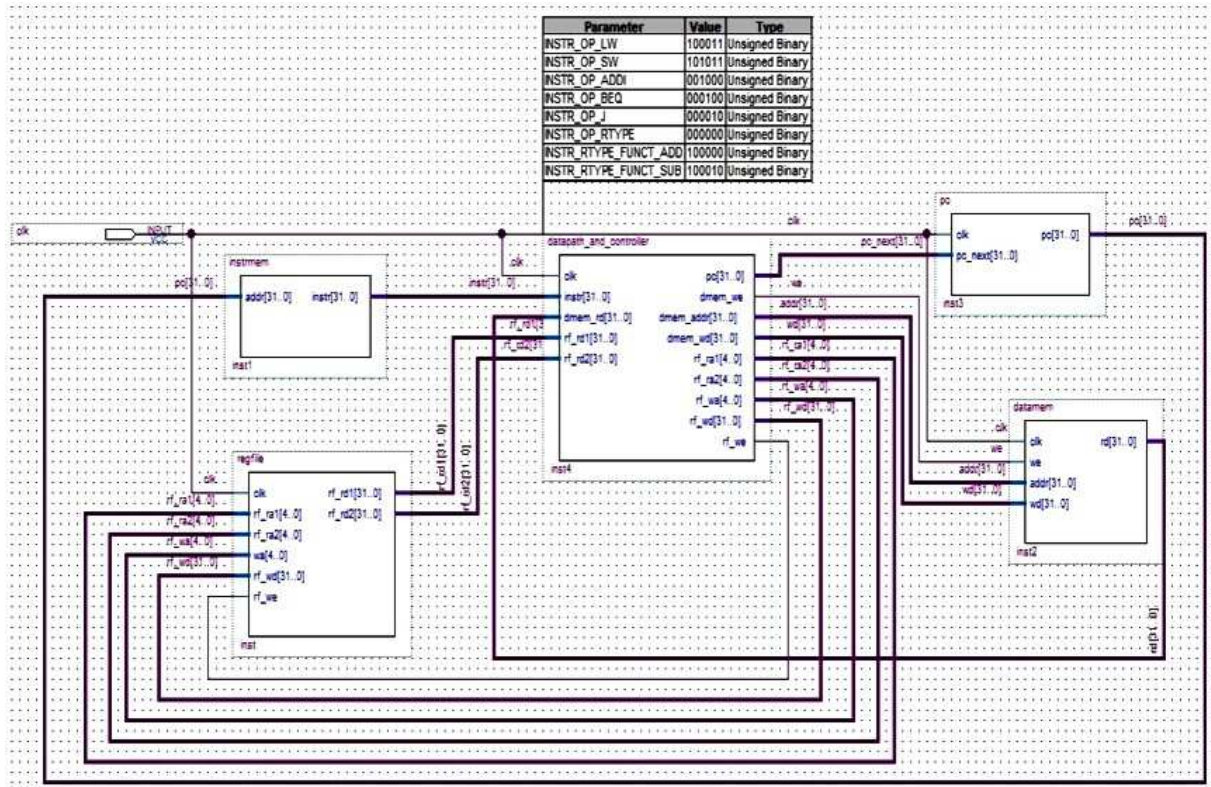


Рисунок 2 – Функциональная схема процессора

В регистровом файле содержится 32 регистра, каждый из которых имеет 5-ти битный адрес, по этому адресу в них записывается или считывается 32-х битное значение операнда. Память данных (data memory) – память, имеющая произвольный доступ на чтение и запись. Память инструкций (Instruction memory) является памятью, доступной только для чтения, содержит данные об инструкциях.

Данные модули были созданы на языке описания аппаратуры SystemVerilog и объединены в модель процессора на общем схемном уровне.

На рисунке 3 представлена симуляция программы процессора с выполнением следующих инструкций:

- addi \$s0, \$0, 0xFF (прибавление константы FF к содержащемуся в регистре нулю);
- sw \$s0, 0xF000 (\$0) (сохранение этой константы по адресу памяти данных F000).

На данной симуляции используются следующие сигналы, представленные в шестнадцатеричном кодировании:

- clk – входной сигнал тактовой частоты;
- addr – шина адреса памяти данных (на втором такте в нее поступает значение F000, по которому в блок памяти ведется запись);

- instr – шина инструкций (на каждый такт в эту шину поступают значения из памяти инструкций);
- pc – шина счетчика команд (т.к. процессор MIPS32 использует побайтовую адресацию, то на каждый такт значение этого регистра увеличивается на 4);
- rd – считываемые данные из памяти данных;
- rf\_rd1, rf\_rd2 и rf\_wd – регистры регистрового файла – считываемые данные регистра-источника 1, регистра-источника 2 и записываемые данные для регистра-назначения;
- we – флаг разрешения записи (показывает, что на втором такте осуществляется обработка инструкции lw – запись в память данных).

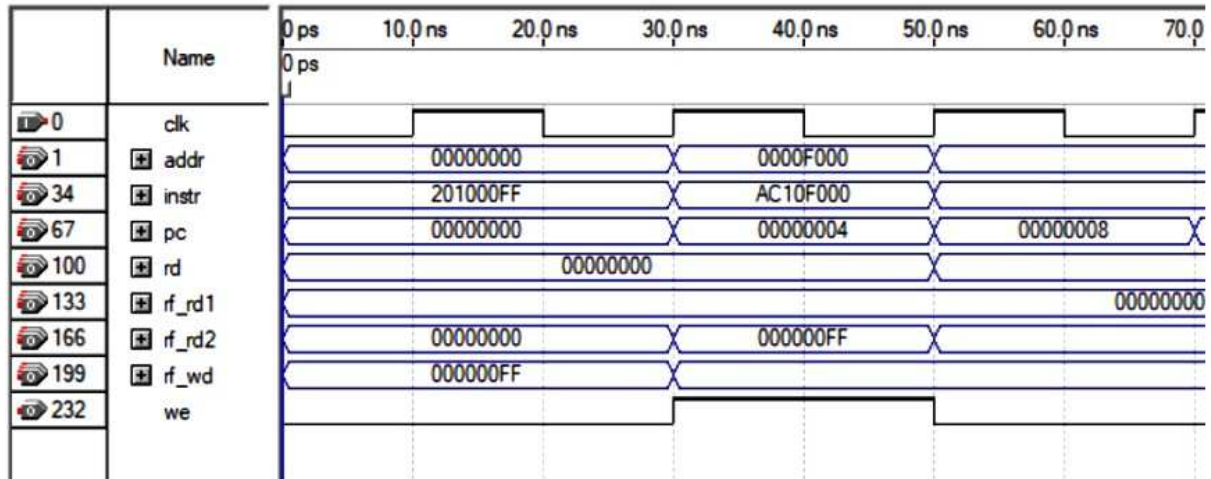


Рисунок 3

На рисунке 4 представлен вывод результата работы на дисплей индикатора.

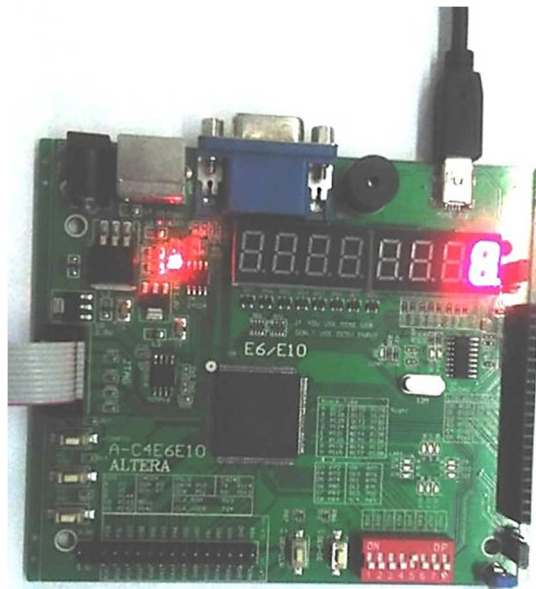


Рисунок 4 – Тестирование разработанного процессора на ПЛИС

**Заключение.**

Таким образом, для разработки описанного процессора, позволяющего выполнять 16 операций в формате 32 бита, было использовано открытое программное обеспечение САПР Quartus II компании Altera. Процессор был успешно апробирован в ПЛИС Cyclone II EP2C15AF484C6, устройство заняло менее 6 % ресурсов данной схемы, что позволяет использовать оставшийся объем схемы (94 % ресурса рассматрива-

емой схемы ПЛИС) в качестве памяти для систем управления, использующих короткий алгоритм, но требующих большой памяти для быстро изменяющихся параметров объекта управления.

**Список литературы:**

1. Акулов О.А. Информатика. Базовый курс : учебник для студентов вузов / О.А. Акулов, Н.В. Медведев. – М. : Омега-Л, 2013. – 574 с.
2. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. – СПб. : Питер, 2006. – 1072 с.
3. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – 6-е изд. – СПб., 2019. – 816 с.
4. Харрис Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис; Пер. с англ. – М., 2018. – 792 с.
9. Общая электротехника и электроника. – Часть 1. Основы электротехники : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
10. Общая электротехника и электроника. – Часть 2. Электроника и основы электрических измерений : учебник / И.И. Сныткин, В.И. Медведев, Г.И. Захаренко, К.П. Культурмиди, Т.И. Сныткин. – Краснодар, 2022.
11. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 16–18.

УДК 519.72

## ЦЕЛОЧИСЛЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН



## INTEGER ALGORITHMS FOR COMPUTING AVERAGES

**Булатникова И.Н.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kras.anis@yandex.ru

**Терехов В.В.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

**Аннотация.** Разработаны и обоснованы целочисленные алгоритмы всех известных средних величин (пять), ориентированные на микропроцессорную реализацию. Отличаются алгоритмическим быстродействием, компактностью и способностью быть реализованными в виде библиотеки стандартных подпрограмм.

**Ключевые слова:** быстродействующие алгоритмы вычисления функций, микропроцессоры, обработка больших массива информации.

**Bulatnikova I.N.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State University of Technology  
kras.anis@yandex.ru

**Terekhov V.V.**

Student,  
Kuban State Technological University  
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

**Abstract.** Integer algorithms of all known average values (five) oriented to microprocessor implementation have been developed and substantiated. They differ in algorithmic speed, compactness and the ability to be implemented as a library of standard subroutines.

**Keywords:** high-speed algorithms for calculating functions, microprocessors, processing of large amounts of information.

**М**ассовое применение микропроцессоров (МП) и микро-ЭВМ в различных управляющих системах локальной автоматики потребовало специального для МП и микро-ЭВМ алгоритмического обеспечения. Нужны быстродействующие «целочисленные» алгоритмы, не включающие операции умножения и деления.

К такому типу алгоритмов относятся разностно-итерационные алгоритмы (РИА) [1].

Данная работа посвящена разработке РИА для вычисления средних величин, а именно:

- среднего арифметического значения двух и более величин;
- среднего квадратического значения двух и более величин;
- среднего геометрического значения двух величин;
- среднего гармонического значения двух величин;
- среднего взвешенного значения двух величин, взятых с заданными весами.

Необходимость в вышеперечисленных функциональных преобразованиях возникает в сложных информационно-аналитических системах специального назначения, построенных  $g_j$  микропроцессорной технологии.

### 1. Среднее арифметическое

Этот алгоритм самый простой. Для двух величин  $x$  и  $y$  он таков:

$$S = \frac{x}{2} + \frac{y}{2} \text{ или } S = \frac{x+y}{2} \quad (1)$$

В нем деление на 2 заменяется арифметическим сдвигом на один двоичный разряд вправо (в сторону младших разрядов). Несколько сложнее эта операция для случая нескольких, например,  $m$  величин:

$$S = \frac{x_1+x_2+\dots+x_m}{m} = \frac{S_m}{m} \quad (2)$$

В этом случае деление на  $m$  выполняется по такому РИА (квазиделения и умножения без восстановления остатка) [2]:

$$\begin{aligned}
 q_{i-1} &= \text{sign}W_{i-1} = \begin{cases} +1, & \text{если } W_{i-1} \geq 0; \\ -1, & \text{если } W_{i-1} < 0; \end{cases} \\
 W_0 &= S_m, W_i = W_{i-1} - q_{i-1} \cdot m \cdot 2^{1-i}, W_n \rightarrow 0; \\
 S_0 &= 0, S_i = S_{i-1} + q_{i-1} \cdot 2^{1-i}, S_n \rightarrow S,
 \end{aligned} \tag{3}$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – двоичная разрядность чисел (без учета знакового разряда).

Сходимость этого РИА (3) будет обеспечена при условии:

$$S_m < 2m. \tag{4}$$

При малых количествах величин оно может нарушаться. Поэтому РИА (3) видоизменяется. Вместо  $m$  берется число, увеличенное в  $2^p$  раз, полученное путем арифметического сдвига числа  $m$  на  $p$  разрядов влево, т.е. до тех пор, пока старшая весомазначная «1» не появится в самом старшем разряде разрядной сетки МП.

Чтобы конечный результат от этого не был бы искажен, вводится его корректировка тоже в  $2^p$  раз:

$$\begin{aligned}
 q_{i-1} &= \text{sign}W_{i-1} = \begin{cases} +1, & \text{если } W_{i-1} \geq 0; \\ -1, & \text{если } W_{i-1} < 0; \end{cases} \\
 W_0 &= S_m, W_i = W_{i-1} - q_{i-1} \cdot m \cdot 2^{p+1-i}, W_n \rightarrow 0; \\
 S_0 &= 0, S_i = S_{i-1} + q_{i-1} \cdot 2^{p+1-i}, S_n \rightarrow S,
 \end{aligned} \tag{5}$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – двоичная разрядность чисел (без учета знакового разряда).

В этом РИА (5) сходимость и достоверность результата будут обеспечены всегда, если только величина  $S_n$  не переполнила разрядную сетку МП ( $n$  разрядов без учета знакового) [3].

## 2. Среднее квадратическое

Этот алгоритм несколько сложнее, так как имеет дело с умножением (квадраты величин), делением на число величин и извлечением квадратного корня из суммы квадратов.

### 2.1 Возведение в квадрат

Эта операция выполняется  $m$  раз по числу величин путем умножения по РИА, схожему с (3). Он таков для двоичных чисел меньше 1 по модулю:

$$\begin{aligned}
 q_{i-1} &= \text{sign}W_{i-1} = \begin{cases} +1, & \text{если } W_{i-1} \geq 0; \\ -1, & \text{если } W_{i-1} < 0; \end{cases} \\
 W_0 &= |x|, W_i = W_{i-1} - q_{i-1} \cdot 2^{1-i}, W_n \rightarrow 0; \\
 S_0 &= 0, S_i = S_{i-1} + q_{i-1} \cdot 2^{1-i} \cdot |x|, S_n \rightarrow x^2,
 \end{aligned} \tag{6}$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – двоичная разрядность чисел (без учета знакового разряда).

Сходимость РИА (6) обеспечена всегда, так как  $|x| < 2$ .

### 2.2 Сложение $x^2$ и деление на $m$

Эти процедуры будут выполняться в соответствии с поиском среднего арифметического (5).

### 2.3 Извлечение квадратного корня

Нами разработан целочисленный алгоритм (РИА) для извлечения квадратного корня [4].

Он специфичен. Для его применения требуется предварительная нормализация, то есть приведение подкоренного выражения в интервал  $x \in (2^{-2}, 1)$  с выделением порядка  $s$  – числа сдвигов при нормализации ( $s$  должно быть четным):

$$X = x \cdot 2^s \tag{7}$$

Конечный результат  $\sqrt{X} = \sqrt{x} \cdot 2^{s/2}$ .



Итак, РИА для вычисления таков:

$$q_{i-1} = \text{sign}(Z_{i-1} - Z_{i-1}^*) = \begin{cases} 0, & \text{если } Z_{i-1} \geq Z_{i-1}^*; \\ 1, & \text{если } Z_{i-1} < Z_{i-1}^*; \end{cases} \quad (8)$$

$$Z_0 = k, Z_i = Z_{i-1}(1 + 2^{-i})^{q_{i-1}}, Z_n \Rightarrow \sqrt{x};$$

$$Z^* = x, Z_i^* = Z_{i-1}^*(1 + 2^{-i})^{(1-q_{i-1})}, Z_n^* \Rightarrow \sqrt{x},$$

где  $k$  – константа, равная  $k = \prod_{i=1}^n (1 + 2^{-i})^{-1}$  и независящая от значения  $x$ .

$i = 1, 2, \dots, n$  – номер итерации;  $n$  – разрядность величины  $x$ .

Константа  $k$  численно равна  $k = 0,422708$  и незначительно меняется в зависимости от двоичной разрядности  $n$  исходной величины.

### 3. Среднее гармоническое

Оно ищется для двух величин  $x$  и  $y$ , например, по следующей формуле:

$$z = \sqrt{xy}. \quad (9)$$

Эта операция состоит из умножения и извлечения квадратного корня.

#### 3.1 Умножение $x$ на $y$

Воспользуемся уже приведенным выше РИА (3), слегка изменив его в части начальных данных ( $0 < x < 1, 0 < y < 1$ ):

$$q_{i-1} = \text{sign}W_{i-1} = \begin{cases} +1, & \text{если } W_{i-1} \geq 0; \\ -1, & \text{если } W_{i-1} < 0; \end{cases}$$

$$W_0 = S_m, W_i = W_{i-1} - q_i \cdot 2^{1-i}, W_n \Rightarrow 0; \quad (10)$$

$$S_0 = 0, Z_i = Z_{i-1} + q_i \cdot y \cdot 2^{1-i}, Z_n \Rightarrow xy,$$

$i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – разрядность двоичных чисел  $x$  и  $y$ .

В случае, если  $x > 1$  и  $y > 1$ , необходимо все эти числа привести в формат «мантисса и двоичный порядок», а затем все эти операции выполнить над мантиссами, а порядок результата получить по формуле:

$$P_z = \frac{P_x + P_y}{2} \quad (11)$$

### 4. Среднее гармоническое

Это такое усреднение двух (или более) величин, например,  $x$  и  $y$ , когда находится обратная величина средней обратных величин (в нашем примере –  $1/x$  и  $1/y$ ):

$$Z = \left( \frac{1/x + 1/y}{2} \right)^{-1} \quad (12)$$

Преобразуем (12) к другому более простому виду:

$$Z = \frac{2xy}{x+y}. \quad (13)$$

Эту формулу (13) и будем реализовывать на МП. Опять привлекаем РИА (3) с измененными начальными данными:

$$q_{i-1} = \text{sign}W_{i-1} = \begin{cases} +1, & \text{если } W_{i-1} \geq 0; \\ -1, & \text{если } W_{i-1} < 0; \end{cases}$$

$$W_0 = x, W_i = W_{i-1} - q_{i-1} \cdot S \cdot 2^{1-i}, W_n \rightarrow 0; \quad (14)$$

$$S_0 = 0, Z_i = Z_{i-1} + q_{i-1} \cdot y \cdot 2^{1-i}, S_n \rightarrow \frac{2xy}{x+y},$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$  – номер итерации;  $n$  – число двоичных разрядов.

$S = \frac{a+b}{2}$  – среднее арифметическое двух величин  $x$  и  $y$ .

РИА (14) всегда сходится, так как всегда  $x < \frac{2(x+y)}{2}, x < x+y$ .

Заметим, что исходные числа  $x$  и  $y$  должны быть в формате integer (т.е. целыми) одинаковой разрядности.

### 5. Средневзвешенное двух величин

Это самое сложное для вычисления по обычному, по аналитически построенному алгоритму:

$$Z = \frac{x \cdot u + y \cdot w}{u + w} \quad (15)$$

Здесь присутствуют два умножения, одно деление. Для реализации на МП это крайне неудобно. Поэтому нами разработан и обоснован такой РИА (для  $u > 0, w > 0$ ) [4]:

$$q_{i-1} = \text{sign}(X_{i-1} - Y_{i-1}) = \begin{cases} +1, & \text{если } X_{i-1} \geq Y_{i-1}; \\ -1, & \text{если } X_{i-1} < Y_{i-1}; \end{cases}$$

$$X_0 = x, X_i = X_{i-1} - q_{i-1} \cdot w \cdot 2^{1-i}, X_n \Rightarrow \frac{xu+yw}{u+w}; \quad (16)$$

$$Y_0 = y, Y_i = Y_{i-1} + q_{i-1} \cdot u \cdot 2^{1-i}, Y_n \rightarrow X_n,$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$  – номер итерации;  $n$  – число двоичных разрядов.

Сходимость РИА (16) обеспечена для случая когда  $\frac{x-y}{u+w} < 2$ . Если это не обеспечено, то необходимо увеличить  $u$  и  $w$  в  $2^p$  раз, где  $p$  – минимальное натуральное число, обеспечивающее условие:

$$\frac{x-y}{2(u+w)} < 2.$$

От введения коэффициента  $2^p$  (сдвиг влево, в сторону старших разрядов на  $p$  разрядов конечный результат не изменится.

### 6. Заключение

Предложенные целочисленные алгоритмы на базе разностно-итерационных алгоритмов (РИА) весьма быстродействующие и компактные при аппаратной и программной реализации на микропроцессорах и микро-ЭВМ. Они легко объединяются в единый программный комплекс в виде библиотеки спецпрограмм, например, в библиотеку стандартных подпрограмм [5].

РИА найдут широкое применение в сложных информационно-аналитических комплексах первичной обработки входной информации для целей принятия управляющих решений [6].

### Список литературы:

1. Байков В.Д. Специализированные процессоры: итерационные алгоритмы / В.Д. Байков, В.Б. Смолов. – М. : Радио и связь, 1985. – 228 с.
2. Bulatnikova I.N. Classification of difference-iterative algorithms / I.N. Bulatnikova, N.N. Gershunina // Nexo Revista Científica. – 2021. – Vol. 34. – № 6. – P. 1697–1706.
3. Bulatnikova I.N. Modification of difference-iterative algorithms / I.N. Bulatnikova, N.N. Gershunina // International Journal of Control Theory and Applications. – 2016. – Vol. 9. – № 30. – P. 297–304.
4. Булатникова, И.Н. Целочисленный алгоритм для вычисления квадратного корня / И.Н. Булатникова, С.А. Гершунин // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2015. – № 11. – С. 1–3.
5. Асмаев М.И. Алгоритмизация микропроцессорной АСУ ТП в молочной промышленности / М.И. Асмаев, Н. Н. Анишина, И.Н. Булатникова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1994. – № 5–6 (222–223). – С. 60–61.
6. Частиков А.П. Математическое обеспечение автоматизированного рабочего места разработчика алгоритмов для микропроцессорных систем управления / А.П. Частиков, И.Н. Булатникова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 1999. – № 2. – С. 86–88.

УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРАМИ  
СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОННОЙ КИНЕМАТИКИ



CONTROL OF MANIPULATORS BASED ON ELECTRONIC KINEMATICS

**Булатникова И.Н.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kras.anis@yandex.ru

**Яковлева Е.С.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
liza.yakovleva.010.ru@mail.ru

**Аннотация.** В статье описывается способ решения одной из сложных задач управления шарнирно-звенными манипуляторами методами математико-объектного моделирования на основе графоаналитических построений, опирающийся на алгоритмы цифровой интерполяции, модифицированные нами для микропроцессорной реализации.

**Ключевые слова:** электронная кинематика, методы математико-объектного моделирования, микропроцессорная реализация.

**Bulatnikova I.N.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State University of Technology  
kras.anis@yandex.ru

**Yakovleva E.S.**

Student,  
Kuban State Technological University  
liza.yakovleva.010.ru@mail.ru

**Abstract.** The article describes a method for solving one of the complex problems of controlling articulated manipulators by methods of mathematical-object modeling based on graphical-analytical constructions, based on digital interpolation algorithms modified by us for microprocessor implementation.

**Keywords:** Electronic kinematics, methods of mathematical-object modeling, microprocessor implementation.

Одной из сложных задач, решаемых при управлении шарнирно-звенными манипуляторами, является так называемая обратная задача (преобразование координат схвата в углы силовых приводов).

Особенно это трудно при использовании микропроцессорной (МП) техники [1]. В то же время применение МП предопределено их технико-экономическими преимуществами. Это типичная задача “электронной кинематики” (термин введен акад. К.В. Фроловым [2]). Нами предлагается решить ее методами математико-объектного моделирования на основе графоаналитических построений [3], хорошо развитых в начертательной геометрии и успешно используемых в инженерной графике.

Базой для решения является следующий геометрический объект: трехмерная решетка в декартовом пространстве, в котором перемещаются шарниры и звенья манипулятора. Среди конечного множества узлов этой решетки идентифицируются те из них, которые соответствуют (совпадают с точностью до полушага решетки) текущим положением геометрических центров шарниров и концов характерных рычагов манипуляторов.

Структура решетки, ее шаг определяется системой координат и точностью позиционирования.

Идентификация узлов решетки производится на основе учета координат схвата, конструктивных размеров и типов кинематических связей между отдельными элементами конструкции манипулятора.

Таким образом, для манипулятора, не имеющего избыточности в степенях подвижностей, можно построить пространственную (или плоскую) ломаную линию [4], отображающую положение звеньев и шарниров, если задана точка схвата (при необходимости – с углами ориентации последнего) в зоне достижимости и его конструкции (кинематика, размеры ограничения на углы поворота и т.п.).

Уравнение перпендикуляра к данной прямой в заданной ее точке  $(x_0, y_0)$  (или проходящего через заданную точку) базируется на известных соотношениях аналитической геометрии. Их угловые коэффициенты соотносятся как  $k$  и  $-1/k$  (где  $k$  – угловой коэффициент заданной прямой), а смещение  $b_2$  перпендикуляра вычисляется по формуле  $b_2 = y_0 + x_0/k$ . А поскольку для моделирования перпендикуляра как прямой линии требуется только выражение ее оценочной функции, то важны  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  (параметры цифровой линейной интерполяции), которые соотносятся с угловым коэффициентом  $k$  так:

$$k = -\frac{\Delta X}{\Delta Y}.$$

Это соотношение используется, например, при определении параметров цифровой интерполяции касательной к окружности.

Динамическое умножение переменных величин. Эта процедура позволяет в целочисленном формате перемножать переменные величины. Динамическим это умножение названо потому, что каждая из величин изменяется во времени (потактово), но с условием, что в каждом такте она изменяется дискретно (целочисленная арифметика) на  $\pm 1$  или не изменяется (т.е. нулевое приращение).

В качестве основных для этого могут быть рекомендованы алгоритмы цифровой интерполяции, широко используемые в станках с программным управлением, и модифицированные нами для микропроцессорной реализации [5]:

- 1) алгоритм цифровой круговой (сферической) интерполяции;
- 2) алгоритм линейной (в т.ч. трехмерной) интерполяции;
- 3) алгоритмы определения угловых величин;
- 4) логические алгоритмы взаимодействия вышеперечисленных.

Ниже изложены средства целочисленной обработки информации для задач электронной кинематики.

#### 1. Разностно-итерационные методы (РИА)

Разностно-итерационные методы – это неаналитические вычислительные методы, которые позволяют избежать умножения и деления, необходимые при решении задач электронной кинематики.

Например, функцию  $z = \frac{(x-y)^2}{y}$  можно вычислять по такому алгоритму (для  $x > 0$ ,  $y > 0$ ):

$$q_{i-1} = \text{sign} Z_{i-1} = \begin{cases} +1, & \text{если } Z_{i-1} > 0; \\ -1, & \text{если } Z_{i-1} < 0; \\ 0, & \text{если } Z_{i-1} = 0, \text{ стоп} \end{cases}$$

$$Z_0 = x - y, \quad Z_i = Z_{i-1} - q_{i-1} \cdot y \cdot 2^i, \quad Z_n \rightarrow 0;$$

$$Y_0 = x - y, \quad Y_i = Y_{i-1} + q_{i-1} \cdot x \cdot 2^i, \quad Y_n \rightarrow \frac{(x-y)^2}{y}.$$

Здесь и далее  $i$  – номер итерации,  $i = 1, 2, \dots, n - 1$ ;  $n$  – двоичная разрядность операндов  $x$  и  $y$ .

#### 2. Методы псевдоповоротов вектора

В качестве примера алгоритмов «цифра за цифрой» приведем такой (при для  $y > 0$ ,  $x > 0$ ):

$$\xi_{i-1} = \text{sign} Y_{i-1} = \begin{cases} +1, & \text{если } Y_{i-1} \geq 0; \\ -1, & \text{если } Y_{i-1} < 0; \end{cases}$$

$$Y_0 = y, Y_i = Y_{i-1} - \xi_{i-1} \cdot X_{i-1} \cdot 2^{-(i-1)}, Y_n \rightarrow 0;$$

$$X_0 = x, X_i = X_{i-1} + \xi_{i-1} \cdot Y_{i-1} \cdot 2^{-(i-1)}, X_n \rightarrow K \cdot \sqrt{x^2 + y^2};$$

$$\theta_0 = 0, \theta_i = \theta_{i-1} + \xi_{i-1} \cdot \arctg 2^{-(i-1)}, X_n \rightarrow \arctg \frac{y}{x},$$

где  $K$  – коэффициент:

$$K = \prod_{m=0}^{n-1} \sqrt{1 + 2^{-2m}}.$$

Есть алгоритм для поворота системы координат на угол  $\alpha$ , аналогичный алгоритму 2.

### 3. Цифровая линейная интерполяция

Существует множество алгоритмов цифровой интерполяции прямых линий. Некоторые из них с целью упрощения допускают абсолютную погрешность, достигающую одного шага интерполяции ( $\Delta$ ).

Нами разработан так называемый оптимальный алгоритм цифровой линейной интерполяции, имеющий вдвое меньшую абсолютную погрешность в  $\frac{\Delta}{2}$  и вдвое большее быстродействие по сравнению с неоптимальными. Это обеспечивает более точное геометрическое моделирование кинематических систем при их расчетах [5].

### 4. Цифровая круговая интерполяция

Ситуация с цифровой круговой интерполяцией такая же как и с линейной: много неоптимальных алгоритмов, у которых абсолютная погрешность достигает  $\Delta$ . Нами обоснован и предложен оптимальный алгоритм цифровой круговой интерполяции, имеющий абсолютную погрешность, равную  $\frac{\Delta}{2}$ . То же самое – повышение вдвое быстродействия [5]. Это достигнуто за счет того, что алгоритм прогнозирует отклонение (оценочную функцию) в двух соседних, альтернативных узлах интерполяции и выбирает узел с наименьшим по модулю значением оценочной функции. Корректировка оценочной функции производится по целочисленным формулам типа:

$$F_{i+1} = \begin{cases} F_i + 2x_i + 1 & \text{при движении по оси } x, \\ F_i + 2x_i - 2y_i + 2 & \text{при движении по диагонали,} \\ F_i - 2y_i + 1 & \text{при движении по оси } y; \end{cases}$$

где  $x_i$  и  $y_i$  – координаты текущего узла интерполяции окружности.

Алгоритм цифровой круговой интерполяции легко модифицируется для угловых перемещений в пределах  $0 \div 360^\circ$  а также для реверсивного движения по дуге окружности (по или против часовой стрелки).

### 5. Угловые перемещения радиус-вектора

С помощью целочисленного алгоритма измерения фактического углового перемещения радиус-вектора при цифровой круговой интерполяции определяются углы поворотов вращающихся деталей. Это необходимо, например, при моделировании сложных кинематических кривых (циклоида, эпи- и гипоциклоида). В основе этого алгоритма лежит учет связи величины углового сектора с его площадью. Последняя же вычисляется через ее приращения на каждом шаге цифровой интерполяции по очень простым формулам (как площади прямоугольных треугольников с основанием единица, шаг интерполяции  $\Delta$ ):

$$\Delta S_i = \begin{cases} 0,5 \cdot y_i & \text{при движении по оси } x, \\ 0,5 \cdot (x_i + y_i) & \text{при движении по диагонали,} \\ 0,5 \cdot x_i & \text{при движении по оси } y. \end{cases}$$

6. Восстановление перпендикуляра к прямой

Уравнение перпендикуляра к данной прямой в заданной ее точке  $(x_0, y_0)$  (или проходящего через заданную точку) базируется на известных соотношениях аналитической геометрии. Их угловые коэффициенты соотносятся как  $k$  и  $-1/k$  (где  $k$  – угловой коэффициент заданной прямой), а смещение  $b_2$  перпендикуляра вычисляется по формуле  $b_2 = y_0 + x_0/k$ . А поскольку для моделирования перпендикуляра как прямой линии требуется только выражение ее оценочной функции, то важны  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  (параметры цифровой линейной интерполяции), которые соотносятся с угловым коэффициентом  $k$  так:

$$k = -\frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

Это соотношение используется, например, при определении параметров цифровой интерполяции касательной к окружности.

7. Динамическое умножение переменных величин. Эта процедура позволяет в целочисленном формате перемножать переменные величины. Динамическим это умножение названо потому, что каждая из величин изменяется во времени (потактово), но с условием, что в каждом такте она изменяется дискретно (целочисленная арифметика) на  $\pm 1$  или не изменяется (т.е. нулевое приращение).

Таковыми переменными величинами могут быть, например, координаты очередного узла цифровой интерполяции той или иной линии (прямая, окружность и др.). Эта процедура выполняется по рекуррентной формуле:

$$y_{i+1} = y_i + x_{1i}(t) \cdot \delta_{2i} + x_{2i}(t) \cdot \delta_{1i} + \delta_{1i} \cdot \delta_{2i},$$

где  $i$  – номер такта,  $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ ;  $x_{1i}(t), x_{2i}(t)$  – текущие значения первой и второй величин;  $\delta_{2i}, \delta_{1i}$  – приращения первой и второй величин на  $i$ -м такте, равные элементам множества  $\{0, 1, -1\}$ .

В начальный момент ( $i = 0$ ) величина  $y_0 = x_{10}(t) \cdot x_{20}(t)$  является параметром (константой) целочисленного алгоритма.

Итак, построение любой ломаной ведется последовательно, начиная от точки схвата по направлению к основанию манипулятора. При этом используются графопостроительные методы инженерной графики. Преимуществом такого подхода является простота алгоритмов, возможность использования простейших МП и резкое повышение быстродействия и точности управления манипуляторами.

**Список литературы:**

1. Bulatnikova I.N. Algorithmic support of problems of electronic kinematics / I.N. Bulatnikova, N.N. Gershunina // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – Vol. 13. – № 5. – P. 1833–1837.
2. Фролов К.В., Бабицкий В.И. Механика и искусство конструирования в эпоху ЭВМ // «Изобретатель и рационализатор». – 1986. – № 12. – С. 16–17.
3. Анишин Н.С. Моделирование кинетики плоских механизмов на базе целочисленных алгоритмов / Н.С. Анишин, И.Н. Булатникова, Н.Н. Гершунина, А.А. Булатников // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2013. – № 4 (173). – С. 22–25.
4. Булатников А.А. Цифровые интерполяторы криволинейных траекторий / А.А. Булатников, И.Н. Булатникова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2011. – № 2(160). – С. 16–18.
5. Bulatnikova I.N. Classification of difference-iterative algorithms / I.N. Bulatnikova, N.N. Gershunina // Nexa Revista Científica. – 2021. – Vol. 34. – № 6. – P. 1697–1706.

УДК 629.01

**ПЕРВЫЙ ПОЛЕТ В БУДУЩЕЕ – САМОЛЕТ ТУ-160М2**  
 ◆◆◆◆  
**FIRST FLIGHT TO THE FUTURE – TU-160M2 AIRCRAFT**

**Санников И.П.**

Краснодарское высшее  
 военное авиационное училище лётчиков  
 kvvaul@mail.ru

**Макухин В.А.**

Краснодарское высшее  
 военное авиационное училище лётчиков  
 kvvaul@mail.ru

**Вовкотруб В.В.**

кандидат технических наук,  
 Краснодарское высшее  
 военное авиационное училище лётчиков  
 kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен глубоко модернизированный сверхзвуковой стратегический бомбардировщик-ракетоносец Ту-160М2 в сравнении с его зарубежными аналогами. Приведены: история создания данного самолета и его основные отличия от базовой модели ТУ-160.

**Ключевые слова:** сверхзвуковой стратегический бомбардировщик-ракетоносец, тактико-технические характеристики, боевое применение.

**Sannikov I.P.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
 kvvaul@mail.ru

**Makukhin V.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
 kvvaul@mail.ru

**Vovkotrub V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
 Krasnodar Higher Military Flight School  
 kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article considers a deeply modernized Tu-160M2 supersonic strategic bomber-missile carrier in comparison with its foreign counterparts. Given: the history of the creation of this aircraft and its main differences from the base model TU-160.

**Keywords:** supersonic strategic missile carrier bomber, performance characteristics, combat use.

**В**ведение

Модернизация стратегической авиации и превращение ее в мощную ударную неядерную силу стали одной из приоритетных задач после того, как она хорошо показала себя в боевых действиях против экстремистов в Сирии и военной спецоперации на Украине. Поэтому в ближайшее десятилетие дальняя авиация вырастет не только качественно, но и количественно

**История создания**

12 января 2022 года с аэродрома Казанского авиационного завода впервые поднялся в воздух стратегический бомбардировщик-ракетоносец Ту-160М2 полностью новой постройки. Это событие имеет большое значение для развития отечественной военной авиации. Оно показывает, что производство сложнейшего авиационного комплекса полностью восстановлено и готово к выполнению заказов министерства обороны. Новая модель полностью построена заново. В ней на 80 % обновлены и модернизированы системы и оборудование. Ту-160М2 своим внешним видом не сильно отличается от старой модели, но обладает более широкими боевыми возможностями за счет расширения применяемых видов вооружения [1].



Рисунок 1 – Первый полет Ту-160М2

Реализация программы модернизации и воспроизводства стратегических ракетноносцев Ту-160 в обновленном облике Ту-160М2 потребовала значительного обновления производственной базы. В короткие сроки, была полностью оцифрована конструкторская документация на самолёт Ту-160М2, восстановлена технология вакуумной сварки титановых изделий, возобновлено производство агрегатов планера ЛА, сформирована новейшая кооперация предприятий. Восстановлен полный цикл производства Ту-160М, с использованием модернизированных двигателей, обновленных систем управления ЛА, навигационных систем, систем управления вооружением. На Казанском авиационном заводе обновили оборудование цехов, лётно-испытательную базу, запустили в работу установки электронно-лучевой сварки и вакуумного отжига титана [2].

В настоящее время в составе российских ВКС имеется менее 20 бомбардировщиков Ту-160 в нескольких основных модификациях. При этом продолжается модернизация техники, дающая известные положительные результаты. В дальнейшем, скорее всего, производство новых Ту-160М2 продолжится. Выполнение новых контрактов вновь нарастит численность бомбардировщиков. Кроме того, в отдалённом будущем техника будущих серий позволит вывести из эксплуатации старые ЛА, которые к тому времени выработают свой ресурс.

В итоге можно ожидать, что и через несколько десятилетий – в середине века или позже – заметную долю нашей стратегической авиации по-прежнему будут составлять Ту-160М2 в актуальной на тот момент модификации и с достаточным остатком ресурса. Даже после появления перспективного ракетноносца ПАК ДА новые Ту-160М2 не потеряют своего значения. ЛА будет производиться серийно. Его предшественник Ту-160 за свою жизнь установил 44 мировых рекорда скорости и высоты полета. У нового «Белого лебедя» характеристики еще выше, поэтому можно ожидать новые рекорды.

#### **Первый полет в будущее!**

Новый Ту-160М2, совершая первый полет 12 января 2022 года, находился в воздухе около получаса. Полет производился на высоте 600 м. Экипаж летчиков-испытателей фирмы «Туполев» произвёл полет по несложной программе и определил устойчивость и управляемость ЛА [1].

#### **Что нового?**

Модернизированный стратегический самолет Ту-160М2 благодаря оснащению новыми улучшенными двигателями НК-32 серии 2 получил не только прибавку к дальности, но и увеличенную тягу. В стандартных турбореактивных двигателях для подачи воздуха в камеру сгорания используются два компрессора низкого и высокого давления. В двигателе НК-32 применяется еще и третий компрессор - среднего давления, его вращает отдельно турбина. Эта схема позволяет бомбардировщику работать в большом диапазоне скоростей. Плюс – выносливость. Ту-160М2 может на сверхзвуке лететь 2 часа. Ни один самолёт в мире на это не способен. Мотор ещё и экономичнее, что важно для современной стратегической авиации. НК-32 – двухконтурный трёхвальный турбореактивный двигатель с общей форсажной камерой (ТРДДФ), Компрессор имеет трёхступенчатый вентилятор, пять ступеней среднего давления и семь ступеней высокого давления. Лопатки компрессора изготовлены из титана, стали и никелевого сплава. Камера сгорания кольцевая многофорсуночная. Турбина имеет одну ступень высокого давления (диаметр около 1 м, температура горения 1575 К) с охлаждаемыми монокристаллическими лопатками, одну ступень среднего давления и две – низкого давления. Сопло двигателя регулируемое, автоматическое. Система управления электронная, с гидромеханическим дублированием.

Двигатели Ту-160М2 стали еще мощнее и при этом экономичнее.

Пожалуй, одной из главных трудностей по восстановлению и модернизации стратегического ракетноносца-бомбардировщика было возобновление производства двигателей.

Обновленный «белый лебедь» поднялся в небо с двигательными агрегатами НК-32-02. Они отличаются от ранее использовавшихся двигателей не только производительной топливной системой, но и особым покрытием лопаток. За счет таких доработок тепловой след самолета стал существенно «холоднее», что затрудняет наведение систем противника, работающих по тепловому следу.



Модернизация двигателя позволила нарастить предельную дальность полета до 13750 км без дозаправки, а также увеличить максимальную скорость в форсажном режиме сразу на 200 км до 2400 км/ч.

Для сравнения у американского бомбардировщика США B2 Spirit максимальная скорость не превышает и 1000 км/ч с максимальной дальностью в 11000 км.

Кроме обновления двигателей, Ту-160М2 получил модернизацию ранее использовавшейся электро-дистанционной системы управления. Так новый бортовой компьютер теперь будет способен корректировать самое малое отклонение от заданного курса. Это максимально повысит устойчивость самолета в процессе выполнения различных маневров, а также выполнения боевых задач.

Есть предположение, что подобную систему только планируют внедрять на самолет В-21 Raider (США), но американский ЛА не будет способен активно маневрировать летая на малых скоростях.

На Ту-160М2 установлен уникальный комплекс по постановке помех (виртуальная мишень). Он будет активироваться в автоматическом режиме, когда сенсоры зафиксируют облучение ЛА радарными противника.

Данная система будет создавать целый рой виртуальных объектов вокруг реального самолета. Принцип работы данного устройства скрыт конструкторами.

Отличительной чертой Ту-160М2 также является современная система управления бортовым вооружением. Новый бортовой компьютер будет способен еще на этапе ввода данных сразу строить оптимальный алгоритм действий и также предложит экипажу взять управление в автоматический режим до выхода к назначенной цели.

Ту-160М2 обладает особо прочным корпусом. Титановый каркас позволяет выдерживать огромные нагрузки. Сварку первого лонжерона каркаса нового самолет Ту-160М2 удалось выполнить в 2017 году после восстановления производства на Канском авиационном заводе. Это было действительно важным событием, так как технология сварки титана считалась частично утраченной, и ее успешно восстановили российские конструкторы [2].

#### **Боевое применение**

Ту-160М2 вооружен 24 аэробаллистическими ракетами Х-15. Которые имеют сравнительно небольшую дальность полёта – до 300 км, зато скорость при этом достигает 5М. Основной вариант боевой части – ядерный, мощность – 300 килотонн. Имеются также противорадарная и противокорабельная модификации;

12 крылатых ракет Х-55. Дальность полета – 3500 км, скорость – до 830 км/ч. Боевая часть – ядерная, мощность – от 200 до 500 килотонн. Существует «конвенционный» вариант Х-555, дальность полета которого – 2000 км;

12 крылатых ракет Х-101. Дальность действия – 5500 км, вес боевой части – 400 (по другим данным – 450) кг. Также имеется ядерный вариант ракеты – Х-102, мощность – до 1 мегатонны. Основное преимущество Х-101 и Х-102 – повышенная точность, круговое вероятное отклонение составляет 5 метров.

Новый Ту-160М2 должен получить и новое оружие. В первую очередь эта ракета Х-БД, которая, как предполагается, превзойдет по многим показателям свою предшественницу Х-101, которые несет на борту нынешний Ту-160. Дальность Х-101 – 3 тыс. километров, у новой ракеты дальность будет составлять 5 тыс. км., а по некоторым данным – даже 7–8 тыс. км. [3].

Таким образом, Ту-160М2, оснащенный Х-БД, будет обладать возможностями обмана средств ПВО и ПРО противника. Например запустив такие ракеты из, скажем, района Каракаса в направлении Вашингтона, бомбардировщики могут спокойно уйти в сторону и приземлиться на аэродроме Манагуа в Никарагуа.

При этом сохраняются все логистические возможности и преимущества Ту-160М2.

#### **Тактико-техническая характеристика (ТТХ) Ту-160М2 [3]:**

- Размах крыльев – 55,7 метров;
- Длина фюзеляжа – 54,1 метра;
- Высота самолета – 13,1 метров;
- Площадь крыльев – 232 квадратных метров;
- Масса пустого самолета – 110 тонн;

- Максимальная масса топлива – 171,1 тонн;
- Полная взлетная масса – 275 тонн;
- Максимальная скорость полета – 2400 км/ч;
- Скорость при посадке минимальная – 300 км/ч;
- Максимальный потолок полета – 16000 м;
- Радиус действия – 7300 километров;
- Необходимая длина для взлета – 2000 м;
- Максимальная масса вооружения – 40 тонн.
- Дальность полета с полной загрузкой – 13750 м
- Совокупная тяга двигателей – 100000 кгс.

**Таблица 1** – Сравнение самолета Ту-160М2 с аналогами

Самолет	Ту-160М2	Avro vulcan	B-1B	Xian H-6	B-2
Полная взлетная масса	275 т	91 т	216 т	79 т	171 т
Максимальная скорость полета	2400 км/ч	1039 км/ч	1328 км/ч	1039 км/ч	1010 км/ч
Радиус действия	7300 км	4200 км	5543 км	4000 км	5300 км
Дальность полета с полной загрузкой	13750 м	9000 м	10932 м	6000 м	12000 м
Совокупная тяга двигателей	100000 кгс	40000 кгс	55400 кгс	50000 кгс	31300 кгс

### **Заключение**

Появление десятка новых ракетноносцев к 2027 г. позволит значительно модернизировать не только качественные, но и количественные показатели бомбардировочного флота. Ведь безопасность нашей страны напрямую зависит от развития стратегической авиации, как ядерного щита.

### **Список литературы:**

1. Рябов К. Первый полет в будущее: Ту-160М новой постройки вышел на испытание / К. Рябов // Военное обозрение. – URL : <https://topwar.ru/191121-pervyj-polet-v-buduschee-tu-160m-novoj-postrojki-vyshel-na-ispytaniya.html>
2. Сокирко В. «Абсолютно новый самолет». Ту-160М – первый шаг к ПАК ДА / В. Сокирко // Газета.ru. – URL : <https://www.gazeta.ru/army/2021/12/14/14314831.shtml>
4. Закарян С. Ту-160 получит новые системы управления вооружением // Информационное агентство «Оружие России». – URL : <https://www.arms-expo.ru/news/vooruzhenie-i-voennaya-tehnika/tu-160-poluchit-novye-sistemy-upravleniya-vooruzheniem>
5. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
6. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
7. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
8. Разработка компьютерных тестов различного типа / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 84–90.
9. Подбор тестовых оболочек для диагностирования образовательных достижений обучающихся / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 79–84.

УДК 629.01

**ПЕРСПЕКТИВНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС  
ТРАНСПОРТНОЙ АВИАЦИИ (ПАК ТА) – ШАГ В БУДУЩЕ**



**PERSPECTIVE AVIATION COMPLEX OF TRANSPORT AVIATION (PAK TA) –  
A STEP INTO THE FUTURE**

**Пантелеев П.И.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Скачков Н.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Вовкотруб В.В.**

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен перспективный комплекс транспортной авиации и его тактико-технические характеристики. Приведены: история создания данного самолета, его конструкция и основные характеристики.

**Ключевые слова:** перспективный авиационный комплекс транспортной авиации, тактико-технические характеристики, конструкторское бюро.

**Panteleev P.I.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Skachkov N.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Vovkotrub V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article considers a promising complex of transport aviation and its tactical and technical characteristics. The following are given: the history of the creation of this aircraft, its design and main characteristics.

**Keywords:** promising aviation complex of transport aviation, tactical and technical characteristics, design bureau.

**В**ведение

Ни для кого не секрет, что в наше время самыми используемыми самолетами военно-транспортной авиации (ВТА) являются такие, как Ил-76МД, Ан-12, Ан-26, Ан-22, а также Ан-124 «Руслан».

Благодаря данным воздушным судам выполняются следующие задачи:

- перевозка грузов;
- десантирование войск и боевой техники;
- эвакуация раненых и больных;
- выполнение специальных задач как в мирное, так и военное время.

За длительную историю своего существования самолеты ВТА прошли внушительный путь развития, выполнив огромный объем работ по переброске войск и грузов.

В наши дни без ВТА не обходится ни одна операция и учение.

**Соперничество самолетов СССР и США**

С 1963 года безоговорочное лидерство в области военно-транспортной авиации удерживалось США. Их лучшей разработкой стал Lockheed C-141 Starlifter, который доставлял до 30 тонн различных грузов. Однако к 1969 году соперничество США составил СССР и его транспортный самолет Ан-22 «Антей». Творение КБ Антонова не только побило рекорд оппонента по грузоподъемности (60 тонн), но и по габаритным размерам, ведь «Антей» - первый широкофюзеляжный самолет военно-транспортной авиации [1].

Лидерство за Советским Союзом удерживалось вплоть до 1971 года, пока в гонку не вступил новый американский самолет, созданный инженерами Lockheed. C-5A Galaxy в то время считался настоящим тяжеловесом в своем роде. Его рекорд составил 93 тонны. Стоит заметить, что C-5A широкофюзеляжной формы, что было заимствовано у конкурентов из Советского Союза. В его грузовом отсеке легко размещались 6 вертолетов УН-64А «Апач» или 2 танка М1 «Абрамс», а также до 270 солдат с вооружением. А полезная нагрузка составляла 122,470 кг.

11 лет С-5А оставался крупнейшим самолетом ВТА. Однако в 1982 году его сместил Ан-124 «Руслан», разработанный все тем же известным КБ Антонова.

С июля 1985 года Ан-124 устанавливал один мировой рекорд за другим. 21 рекорд за 2 недели не стало неожиданностью для конструкторов самолёта. Феноменом стала грузоподъёмность в 172 тонны на высоту 11000 метров.

До этого рекорд принадлежал американскому Lockheed C-5 с 111,5 тоннами на 2000 метров.

После того как Ан-124, обладающий по истине уникальными характеристиками, был освоен в частях ВВС, рекорды уже устанавливали и экипажи ВТА. Так, 01 декабря 1990 года состав 235-го военно-транспортного авиаполка совершил кругосветный перелёт, который составил 72 часа 16 минут. За это время экипаж преодолел 50000 км пролётов следующий маршрут: Австралия – Южный полюс – Северный полюс – Австралия с промежуточными посадками в Бразилии, Марокко и возвращение в Советский Союз.

#### **Идея создания совершенно нового самолета транспортной авиации**

Сегодня самыми надёжными и часто используемыми самолётами ВТА России являются Ил-76МД и Ан-124 [2].

Но ВКС РФ не стали останавливаться на достигнутых весьма успешных результатах. Со временем конструкторы стали замечать достоинства и недостатки в самолётах, находящихся на вооружении ВС РФ.

Данная проблема сподвигла к созданию совершенно нового самолёта, способного сочетать в себе лучшие характеристики ранее разработанных воздушных судов.

Так, в 2014 году Министерство обороны РФ объявило о разработке нового самолёта, способного прийти на смену проверенным, но уже довольно устаревшим Ил-76МД, Ан-22 «Антей» и Ан-124 «Руслан». Проект условно назвали ПАК ТА, что расшифровывается как «Перспективный авиационный комплекс транспортной авиации». На данный момент он находится на начальном этапе, конструкторы и военные определяют лишь внешний вид и характеристики будущих самолетов, поэтому информации о комплексе очень мало и не всю стоит считать окончательной.

Однако уже весной 2015 года в СМИ прозвали перспективный комплекс - Ил-106. Об этом сообщил ТАСС генеральный конструктор «Авиационного комплекса имени Ильюшина» Николай Таликов. Также из различных источников стало известно, что грузоподъёмность воздушного судна составит 80–100 тонн, а первый полёт должен состояться в 2024 году.

В 2018 году подписан контракт на разработку сверхтяжёлого транспортного самолёта – перспективного авиационного комплекса транспортной авиации (ПАК ТА) на замену Ан-124 «Руслан».

ПАО «Ил» является ведущей компанией в создании самолетов транспортной авиации. В настоящий момент КБ Ильюшина фокусируется на разработке и организации производства следующей новой авиационной техники:

- самолёт-заправщик Ил-78М-90А;
- региональный турбовинтовой пассажирский самолёт Ил-114-300;
- лёгкий военно-транспортный самолёт Ил-112В;
- средний военно-транспортный самолёт;
- широкофюзеляжный дальний пассажирский самолёт Ил-96-400М.

Также бюро заинтересовано в проведении работ по серийной модернизации военно-транспортного самолёта Ил-76МД в модификацию Ил-76МД-М, проведении работ по серийной модернизации самолёта-заправщика Ил-78(М) в модификацию Ил-78(М)2.

Кроме того, ПАО «Ил» продолжает работы по модернизации, восстановлению исправности и продлению ресурса на самолётах типа Ан-124 с ремонтом двигателей Д-18Т.

Согласно отчёту, в 2018 году КБ «Ильюшин» также велась научно-исследовательская работа «Исследование путей создания перспективного авиационного комплекса военно-транспортной авиации (НИР ПАК ВТА)».

В августе 2018 года президент ОАК Юрий Слюсарь сообщил «Интерфаксу», что возможный облик перспективного самолёта военно-транспортной авиации ПАК ВТА обсуждается с Минобороны РФ:

«Мы сейчас обсуждаем с Минобороны возможный облик этого самолёта, какими характеристиками он должен обладать, и так далее. Есть наработки по этому направ-

лению. Но приступить непосредственно к созданию новой машины мы сможем только после согласования всех этих вопросов с заказчиком», – заявил Ю. Слюсарь.

**Тактико-технические характеристики ПАК ТА**

Итак, разработку перспективного комплекса МО РФ доверило КБ Ильюшина, а базой для нового проекта послужит Ил-106, который выиграл правительственный тендер в конце 1980-х годов, но был заброшен после развала Советского Союза.

Н. Таликов отметил, что самолёт будет построен по традиционной схеме, а не по схеме несущего фюзеляжа. О возможности использования несущего фюзеляжа общал глава КБ Юрий Юдин, однако отметил, что это лишь один из рассматриваемых вариантов.

В декабре 2015 года Николай Таликов сообщил, что ПАК ТА станет широкофюзеляжным самолётом-высокопланом с кормовой рампой и массой в 250 тонн на взлёте. В качестве силовой тяги рассматриваются четыре двигателя ПС-90А1 (17,4 тс) с их дальнейшей модернизацией.

Но почему же конструкторы выбрали ПС-90А1? Если мы сравним двигатель с аналогами и даже своим предшественником, то ответ очевиден – ПС-90А1 самый подходящий двигатель для самолета, способного заменить предыдущие воздушные судна [3].

На форуме «Армия-2016» генеральный директор ОАО «Ил» Сергей Вельможкин подтвердил, что облик ПАК ТА ещё не определён.

Таблица 1 – Сравнение ПС-90А1 с ПС-90А

Технические характеристики	ПС-90А Pн/ тн 730/+30 °С	ПС-90А1 Pн/ тн 760/+25 °С
Тяга на взлетном режиме, кгс	16000	17400
Удельный расход топлива на взлете, кг/кгс ч	0,398	0,395
Температура газа на выходе из соплового аппарата турбины, К	1640	1640
Тяга на максимальном крейсерском режиме (Н = 11 км; Мп = 0,8; СА), кгс	3500	3500
Удельный расход топлива (Н = 11 км; Мп = 0,8; СА), кг/кгс ч	0,595	0,595
Диаметр вентилятора, мм	1900	1900

Сегодня военным предлагается два варианта ВС грузоподъемностью 80 и 120 тонн и, вероятно, с меньшей дальностью полёта. ПАК ТА также будет оснащен ракетно-бомбовым вооружением.



Рисунок 1 – Варианты конструкции ПАК ТА

В КБ Ильюшина обозначили основные требования новому проекту - самолёт должен взлетать с грунтовых полос и быть неприхотливым к возможности обслуживания в неподготовленных местах.

#### **Заключение**

Если проект самолёта будет готов в 2022 году, то серийное производство ожидается не позже 2032 года. Как показывает мировая практика, десяти лет хватит для начала полноценного серийного производства [2].

Доведёт ли КБ Ильюшина проект ПАК ТА до логического и успешного завершения, покажет время, однако, согласно планам конструкторов, новый российский военно-транспортный самолёт будет готов к концу нынешнего десятилетия, а в начале следующего начнутся испытания нового самолета.

#### **Список литературы:**

1. Юферев С. Соперничество военно-транспортных самолетов СССР и США // Военное обозрение. – URL : <https://topwar.ru/82301-sopernichestvo-voenno-transportnyh-samoletov-ssha-i-rossii.html>
2. Величко А. ПАК ТА – проект тяжелого транспортного самолета / А. Величко // Авиация России. – URL : <https://aviation21.ru/pak-ta>
3. Полатида С. Предпочтение отдано российским двигателям / С. Полатида, Б. Усачев // ИБ №15 Пермские авиационные двигатели, сентябрь 2007 г. – URL : [http://www.pnz.ru/pr/other/aviadv/IB-15A/IB-15A\\_12](http://www.pnz.ru/pr/other/aviadv/IB-15A/IB-15A_12)
4. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
5. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.
7. Разработка компьютерных тестов различного типа / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 84–90.
8. Подбор тестовых оболочек для диагностирования образовательных достижений обучающихся / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 79–84.

УДК 629.01

## ПЕРСПЕКТИВНЫЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ДАЛЬНЕЙ АВИАЦИИ



## PERSPECTIVE AVIATION COMPLEX OF LONG RANGE AVIATION

### Ткаченко Д.А.

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

### Осадченко А.К.

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

### Вовкотруб В.В.

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** Перспективный авиационный комплекс дальней авиации (ПАК ДА, заводское обозначение: «изделие 80») – проект отечественного стратегического бомбардировщика-ракетоносца нового поколения, разрабатываемый компанией ПАО «Туполев». Проект не является развитием или модернизацией уже существующих машин, а является недавно разработанным летательным аппаратом. Работы по разработке концепции предоставляемого изделия начались в 2009 году, первый полет должен быть осуществлен в 2025 году, принятие на вооружение – до 2027 года. В будущем ПАК ДА должен наполовину заменить стоящие на вооружении российских ВКС самолеты дальней (стратегической) авиации Ту-95 и наполовину взять на себя функции Ту-160 и Ту-22М3.

**Ключевые слова:** сверхзвуковой стратегический бомбардировщик-ракетоносец, тактико-технические характеристики, боевое применение.

### Tkachenko D.A.

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

### Osadchenko A.K.

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

### Vovkotrub V.V.

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The promising long-range aviation complex (PAK DA, factory designation: «product 80») is a project of a new generation domestic strategic bomber-missile carrier developed by PJSC Tupolev. The project is not a development or modernization of existing machines, but is a newly developed aircraft. Work on the development of the concept of the provided product began in 2009, the first flight was to be carried out in 2025, adoption into service – until 2027. In the future, the PAK DA should half replace the Tu-95 long-range (strategic) aircraft in service with the Russian Aerospace Forces and half take over the functions of the Tu-160 and Tu-22M3.

**Keywords:** supersonic strategic missile carrier bomber, performance characteristics, combat use.

## Введение

В начале августа 2009 года между Министерством обороны России и компанией «Туполев» было подписано соглашение на проведение НИОКР по созданию закрытого ПАК ДА сроком на 3 года.

Согласно заявлениям генерального конструктора компании «Туполев» Игоря Шевчука, «научно-исследовательские работы нужно анализировать как создание некоего научно-технического раздела на эту тему».

Это не только военная тема, это многочисленные исследования по аэродинамике, прочности, новым материалам и технологиям.

Проект самолета был утвержден в марте 2013 года.

Учитывая первоначальный проект, среди концепций, разработанных командами ЦАГИ и Туполева, предпочтение было отдано разработке КБ Туполева.

Самолет спроектирован по схеме «летающее крыло». Значительный размах крыльев и структурные особенности не позволяют самолету преодолевать скорость звука, при этом будет обеспечена сниженная заметность радаров.

В апреле 2014 года конструкторское бюро имени Туполева завершило этап предварительного проектирования перспективного авиационного комплекса дальней авиации.

### **Двигатель для нового ракетносца**

Новый двигатель для ПАК ДА планируется создать Самарской двигателестроительной компанией «Кузнецов» с использованием технологий газогенератора двигателя НК-32.

Предполагается, что речь идет о проекте двигателя НК-65.

НК-32 (изделие «Р») – двухконтурный трехвальный турбореактивный двигатель с общей форсажной камерой (ТРДДФ), разработанный на Куйбышевском моторном заводе под руководством Николая Дмитриевича Кузнецова. Компрессор имеет трехступенчатый вентилятор, пять ступеней среднего давления и семь ступеней высокого давления. Лопатки компрессора изготовлены из титана, стали и (в каскаде высокого давления) никелевого сплава [1].

В настоящее время используется на стратегических бомбардировщиках-ракетоносцах Ту-160. На основе НК-32 планируется создать новый двигатель для Ан-124 взамен Д-18Т, произведенных в Украине.

Первый вариант НК-32-02, 18–23 т, без редуктора с умеренным диаметром и весом. Могут быть использованы в МС-21 – 500 (растянутый МС-21-300 до уровня Боинг 767-200/300), Ту-330, Ил-106 (в версии 80 т), в том числе с крылом от ИЛ-96-400, патрульный самолет дальней зоны на базе МС-21 или Ту-214.

Второй вариант НК-65, 26-35 т, с редуктором. Идеально подходит для 100-тонной версии Ил-106, модернизации нынешних Ан-124, МС-21-600 (замена Ил-96) и, конечно, ПАК ДА и Ту160М2.

Камера сгорания кольцевая многофорсуночная. Турбина имеет одну ступень высокого давления (диаметр около 1 м, температура горения 1575 К) с охлаждаемыми монокристаллическими лопатками, одну ступень среднего давления и две-низкого. Сопло двигателя регулируемое, автомодельное. Система управления электронная, с гидромеханическим дублированием.

Проектируемый самолет имеет внутренний индекс конструкторского бюро «Изделие 80». Производство прототипов и внедрение серийного производства предполагается на Казанском авиазаводе «КАПО им. Горбунова», который является производственным филиалом ОАО «Туполев».

В мае 2020 года началась сборка первого прототипа бомбардировщика шестого поколения под кодовым названием «посланник».

### **Основные требования к комплексу**

По словам бывшего командующего дальней авиацией ВКС России Анатолия Жихарева, речь идет о принципиально новом самолете с прицельно-навигационным комплексом. Этот самолет должен уметь использовать уже все имеющиеся перспективные виды оружия, которые стоят на вооружении ВКС России, должен быть оснащен новейшими системами связи и радиоэлектронной борьбы, а также иметь низкую видимость.

Также планируется использовать самолет в качестве дальнего перехватчика и даже как платформу для запуска космических кораблей.

### **Предполагаемые параметры комплекса**

Некоторые эксперты предполагают следующие лётно-технические характеристики ПАК ДА:

- Двигатели: изделие РФ ОАО «Кузнецов»;
- Тяга максимальная: 23 тс;
- Максимальная взлётная масса: 145 тонн;
- Масса полезной нагрузки: 35 тонн;
- Масса топлива: максимальная масса топлива (без учёта дозаправки) не определена;
- Максимальная скорость: дозвуковая;
- Дальность: 15000 км;
- Вооружение: специальные авиабомбы разработки ВНИИТФ (Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики) существующие и перспективные крылатые ракеты стратегического класса, противокорабельные ракеты, высокоточные бомбы, оборонительное авиационное вооружение, гиперзвуковое оружие [2].



### Предполагаемый облик

В последние годы имели место отрывочные сообщения о тех или иных технических особенностях будущего ПАК ДА. Все это позволяет представить облик самолета, хотя и без особых подробностей. Также известна будущая роль такой техники в войсках.

Экипаж ПАК ДА включает четырех человека. Вероятно, в него войдут два летчика, штурман-оператор и штурман-навигатор, как на серийном Ту-160.

ПАК ДА должен нести перспективную авионику с открытой архитектурой. Это обеспечит получение нужных характеристик, а также упростит дальнейшие модернизации. В прессе сообщается об унификации аппаратуры ПАК ДА, Ту-22М3М и Ту-160М2. Также упоминается возможное использование сложного комплекса систем обзора, обеспечивающего наблюдение за всем окружающим пространством [3].

Перспективный авиационный комплекс дальней авиации (ПАК ДА), сможет преодолевать передовые рубежи противовоздушной обороны НАТО незамеченным, уровень снижения ЭПР (эффективной площади рассеяния) воздушного объекта демонстрируют степень его незаметности для радаров.



Рисунок 1 – Бомбардировщик ПАК ДА (3D-модель)

Решение делать ПАК ДА актуальнее, чем постройка десятков Ту-160. Это подскажут и китайцы – они сразу прыгнули делать свой Xian H-20, имея в классе стратегической авиации на сегодня супер-архаичные копии Ту-16, а вариации на тему B-1B или Ту-160 пропустили [4].

Американцы первыми разработали сверхзвуковой стратегический бомбардировщик с крылом изменяемой стреловидности Rockwell B-1 Lancer, предназначенный для прорыва советской системы ПВО и нанесения ядерного удара. Было создано несколько модификаций, из которых версия B-1B обладала сниженной радиолокационной заметностью и могла осуществлять маловысотный прорыв с огибанием рельефа местности. Отметим, что в 90-е годы Lancer были переоборудованы под использование обычных вооружений и широко применялись в конвенциональных конфликтах. СССР ответил США сверхзвуковым стратегом Ту-160 «Белый лебедь».

Однако американцы пошли намного дальше в развитии концепции стелс-бомбардировщика и создали свой знаменитый Northrop B-2 Spirit. Знаменит он, прежде всего, своей чудовищной стоимостью в 1 миллиард долларов за штуку без оборудования и 2 миллиарда 200 миллионов 300 тысяч долларов за штуку с прилегающим оборудованием. Неудивительно, что даже Пентагон смог потянуть всего 21 такой самолет, исключительно капризный в обслуживании. B-2 Spirit может нести как ядерное, так и обычное вооружение. В качестве его преемника позиционируется B-21 Raider, также созданный по схеме «летающего крыла». Этот бомбардировщик будет дешевле – от 500 до 550 миллионов долларов за единицу. ВВС США рассчитывают получить их до полутора сотен.

США – единственная страна, которая до этого могла похвастаться стратегическим бомбардировщиком-невидимкой. Их «стелс» B-2 сбрасывал бомбы на Югосла-

вию, участвовал в Афганской и Иракской кампаниях. Ещё прославился как самый дорогой самолёт в истории – одна машина стоит свыше двух миллиардов долларов. Такую смертельную игрушку могут позволить себе, пожалуй, только США. В-2 не раз оказывался в центре скандала. Находились эксперты, заявлявшие, что радар советского МиГ-29 видит американский «невидимый» самолёт. Так или иначе, но в мире сейчас есть лишь два стелс-бомбардировщика – американский (уже летающий) и российский (создающийся). И мы сравним их между собой [5].

**Таблица 1** – Сравнение ПАК ДА с В-2 Spirit

	ПАК ДА	В-2 Spirit
Принцип конструкции	Летающее крыло	Летающее крыло
Экипаж	2	2
Макс. взлетная масса, т	145	171
Боевая нагрузка, т	30	27
Скорость, км/ч	1000	900
Дальность полета, км	15000	11000
Тяга двигателей, тс	46	31
Тип вооружения	Ядерные бомбы Ракеты большой дальности Гиперзвуковое оружие	Ядерные бомбы Стратегическое оружие

Xian H-20, насколько можно судить, единственный стратегический бомбардировщик, который сейчас создают китайцы. До последнего времени о нём было почти ничего не известно, кроме того, что самолет будет дозвуковой, малозаметный и построенный по аэродинамической схеме «летающее крыло» (то есть концептуально будет почти ничем не отличаться от ПАК ДА и В-21 Raider). Первый намёк на то, как именно будет выглядеть новый самолет, появился зимой этого года, когда BBC Китайской Народной Республики на официальном уровне представили рендеры, на которых нос летательного аппарата на миг отражается в шлеме летчика Поднебесной. Однако издание China Daily сообщило, что военные КНР хотят иметь самолет большой дальности (до 8 тысяч километров), не требующий дозаправки в воздухе, и способный нести до 10 тонн оружия. Предполагается, что бомбардировщик получит российский двигатель НК-321 (версия НК-32) или модернизированную версию WS-10, который устанавливают на Chengdu J-10

**Заключение**

Таким образом, Китай, Россия и США создают очень похожие машины: все они являются аналогом В-2, не будь которого, облик стратегической авиации будущего мог бы сильно отличаться от того, что создают сейчас.

Самым крупным из тройки новых машин может оказаться российский бомбардировщик, в то время как для Китая H-20 будет чем-то вроде пробы пера.

**Список литературы:**

1. НК-32. – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/НК-32>
2. «Какой ракетоносец нужнее России». – URL : <https://topcor.ru/23961-pak-da-protiv-tu-160m2-kavoj-raketonosec-nuzhnee-rossii.html>
3. Перспективный авиационный комплекс дальней авиации (ПАК ДА). – URL : [https://ru.wikipedia.org/wiki/ПАК\\_ДА](https://ru.wikipedia.org/wiki/ПАК_ДА)
4. Двигатель для Ту160М2 и ПАК ДА. – URL : <http://youinf.ru/dvigatel-dlya-tu160m2-i-pak-da>
5. Сравнение В-21 и ПАК ДА. – URL : <https://life.ru/p/1364632>
6. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.

7. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
8. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
9. Разработка компьютерных тестов различного типа / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 84–90.
10. . Подбор тестовых оболочек для диагностирования образовательных достижений обучающихся / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 79–84.

**УНИВЕРСАЛЬНАЯ СТРУКТУРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
ЗАМКНУТЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОДВИЖНЫХ ЗВЕНЬЕВ**



**UNIVERSAL STRUCTURAL MATHEMATICAL MODEL  
OF CLOSED KINEMATIC CHAINS OF MOVING LINKS**

**Вовкотруб В.В.**

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрен метод структурного синтеза замкнутых кинематических цепей подвижных звеньев. Приведена универсальная структурная математическая модель, позволяющая определять полный состав решений для замкнутых кинематических цепей подвижных звеньев. Получен полный состав решений для шестизвенных цепей третьего вида первого подсемейства первого семейства.

**Ключевые слова:** структурная математическая модель, замкнутая кинематическая цепь, подвижность, базисное звено цепи, кинематическая пара.

**Vovkotrub V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article considers the method of structural synthesis of closed kinematic chains of moving links. A universal structural mathematical model is presented, which makes it possible to determine the complete composition of solutions for closed kinematic chains of moving links. A complete set of solutions for six-link chains of the third type of the first subfamily of the first family is obtained.

**Keywords:** structural mathematical model, closed kinematic chain, mobility, basic chain link, kinematic pair.

**В** настоящей статье рассмотрим метод синтеза структур замкнутых кинематических цепей подвижных звеньев (далее – ЗКЦ). Данный метод, по сути, является развитием метода М. Грюблера на ЗКЦ всех семейств.

**Метод синтеза замкнутых кинематических цепей по М. Грюблеру**

В 1883 г. в работе [1] М. Грюблером был показан метод структурного синтеза замкнутых плоских шарнирных кинематических цепей подвижных звеньев. Эти цепи отличались тем, что не имели выходов на стойку. Они обладали свободой движения в плоскости (два движения вдоль осей координат  $XOY$  и одно вращательное движение относительно оси  $Z$ ), при этом внутри цепи имела место одна внутренняя свобода движения. Из таких цепей, которые позже получили название цепей Грюблера, путем остановки одного из звеньев (любого) могли образовываться одноподвижные механизмы. Этот метод создания работоспособных многозвенных плоских механизмов получил (особенно в Европе) широкое использование и до настоящего времени является весьма востребованным [2].

Образование цепей Грюблера основывается на использовании простого соотношения между числом звеньев  $n$  и числом шарниров  $p_5$  (кинематических пар пятого класса).

Формула подвижности таких цепей имеет вид:

$$3n - 2p_5 = 4. \quad (1)$$

Общее количество шарниров и звеньев цепи определяется по формулам:

$$2p_5 = 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + \dots, \quad (2)$$

$$n = n_2 + n_3 + n_4 + \dots \quad (3)$$

где  $n_2, n_3, n_4$  – соответственно двухпарные, трехпарные и четырехпарные звенья цепи.

Метод построения ЗКЦ, был разработана М. Грюблером для синтеза плоских механизмов и, к сожалению, не получил до настоящего времени принципиального развития на механизмы всех семейств и пространств.

**Обоснование метода синтеза структур ЗКЦ**

Известно, что все многообразие механизмов описывается универсальной формулой подвижности В.В. Добровольского [3]:

$$W_m = (6 - m)n - \sum(k - m)p_k, \text{ при } k - m > 0, \quad (4)$$

где  $W_m$  – подвижность механизма,  $n$  – число подвижных звеньев,  $m$  – параметр Добровольского, определяющий число общих, наложенных на весь механизм условий связи от нуля до четырех,  $k$  – класс кинематических пар,  $k = 1, 2, 3, 4, 5$ .

Через  $m$  всё многообразие пространственных механизмов делится на пять семейств. При этом номер семейства (0, 1, 2, 3, 4) соответствует числу общих связей [4].

Структурные формулы для механизмов семейств имеют вид:

$$W_0 = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - 1p_1. \quad (5)$$

$$W_1 = 5n - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 - p_2. \quad (6)$$

$$W_2 = 4n - 3p_5 - 2p_4 - 1p_3. \quad (7)$$

$$W_3 = 3n - 2p_5 - 1p_4. \quad (8)$$

$$W_4 = 2n - 1p_5. \quad (9)$$

Все семейства механизмов из условия явного различия механизмов по используемым в них классам кинематических пар делятся на подсемейства [5].

Например, первое семейство механизмов включает пятнадцать подсемейств. Структурные формулы подсемейств имеют следующий вид [6]:

$$W_{1(1)} = 5n - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 - p_2, \quad (10)$$

$$W_{1(2)} = 5n - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3, \quad (11)$$

$$W_{1(3)} = 5n - 4p_5 - 3p_4 - p_2, \quad (12)$$

$$W_{1(4)} = 5n - 4p_5 - 3p_4, \quad (13)$$

$$W_{1(5)} = 5n - 4p_5 - 2p_3 - p_2, \quad (14)$$

$$W_{1(6)} = 5n - 4p_5 - 2p_3, \quad (15)$$

$$W_{1(7)} = 5n - 4p_5 - p_2, \quad (16)$$

$$W_{1(8)} = 5n - 4p_5, \quad (17)$$

$$W_{1(9)} = 5n - 3p_4 - 2p_3 - p_2, \quad (18)$$

$$W_{1(10)} = 5n - 3p_4 - 2p_3, \quad (19)$$

$$W_{1(11)} = 5n - 3p_4 - p_2, \quad (20)$$

$$W_{1(12)} = 5n - 3p_4, \quad (21)$$

$$W_{1(13)} = 5n - 2p_3 - p_2, \quad (22)$$

$$W_{1(14)} = 5n - 2p_3, \quad (23)$$

$$W_{1(15)} = 5n - p_2. \quad (24)$$

Из приведенных выше формул (5) – (9) можно получить структурные формулы подвижности для ЗКЦ всех семейства. Для этого достаточно заменить в формулах количество подвижных звеньев механизмов ( $n$ ) на общее количество звеньев ЗКЦ ( $n_u$ ) и учитывая что  $n_u = n + 1$ , добавить к подвижности цепей пять степеней свободы. Таким образом, для одноподвижных механизмов, получаем следующие структурные формулы подвижности ЗКЦ по семействам:

$$W_{ц0} = 6 n_u - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - 1p_1 = 7. \quad (25)$$

$$W_{ц1} = 5 n_u - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 - p_2 = 6. \quad (26)$$

$$W_{ц2} = 4 n_u - 3p_5 - 2p_4 - 1p_3 = 5. \quad (27)$$

$$W_{ц3} = 3 n_u - 2p_5 - 1p_4 = 4. \quad (28)$$

$$W_{ц4} = 2 n_u - 1p_5 = 3. \quad (29)$$

Аналогичным образом, могут быть получены структурные формулы подвижности для каждого подсемейства, указанных выше семейств ЗКЦ.

Так, например, используя структурные формулы подвижности (10) – (24) для подсемейств первого семейства механизмов, получаем следующие структурные формулы подвижности для подсемейств первого семейства ЗКЦ:

$$W_{Ц1(1)} = 5n_{ц} - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 - p_2 = 6, \quad (30)$$

$$W_{Ц1(2)} = 5n_{ц} - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 = 6, \quad (31)$$

$$W_{Ц1(3)} = 5n_{ц} - 4p_5 - 3p_4 - p_2 = 6, \quad (32)$$

$$W_{Ц1(4)} = 5n_{ц} - 4p_5 - 3p_4 = 6, \quad (33)$$

$$W_{Ц1(5)} = 5n_{ц} - 4p_5 - 2p_3 - p_2 = 6, \quad (34)$$

$$W_{Ц1(6)} = 5n_{ц} - 4p_5 - 2p_3 = 6, \quad (35)$$

$$W_{Ц1(7)} = 5n_{ц} - 4p_5 - p_2 = 6, \quad (36)$$

$$W_{Ц1(8)} = 5n_{ц} - 4p_5 = 6, \quad (37)$$

$$W_{Ц1(9)} = 5n_{ц} - 3p_4 - 2p_3 - p_2 = 6, \quad (38)$$

$$W_{Ц1(10)} = 5n_{ц} - 3p_4 - 2p_3 = 6, \quad (39)$$

$$W_{Ц1(11)} = 5n_{ц} - 3p_4 - p_2 = 6, \quad (40)$$

$$W_{Ц1(12)} = 5n_{ц} - 3p_4 = 6, \quad (41)$$

$$W_{Ц1(13)} = 5n_{ц} - 2p_3 - p_2 = 6, \quad (42)$$

$$W_{Ц1(14)} = 5n_{ц} - 2p_3 = 6, \quad (43)$$

$$W_{Ц1(15)} = 5n_{ц} - p_2 = 6. \quad (44)$$

Исследования семейств ЗКЦ внутри подсемейств конкретизируют поставленные задачи и существенно упрощают их решения, т.е. поиск структур ЗКЦ.

За основу при разработке метода синтеза структур ЗКЦ примем универсальную структурную систему [7]:

$$\begin{cases} p = \tau + (\tau - 1)n_{(\tau-1)} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{(\tau-1)} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \\ W_m = (6 - m)n - \Sigma(k - m)p_k, \end{cases} \quad (45)$$

где параметр  $\tau$  есть число геометрических элементов наиболее сложного звена кинематической цепи,  $n_i$  – число звеньев, добавляющих в цепь по  $i$  кинематических пар,  $n_0$  – число звеньев, не добавляющих кинематических пар,  $p$  – общее число кинематических пар цепи,  $n$  – число подвижных звеньев.

Заменяя в универсальной структурной системе (45) число подвижных звеньев ( $n$ ) на общее число звеньев цепи ( $n_{ц}$ ), и учитывая что для ЗКЦ одноподвижных механизмов  $W_{Цm} = (7 - m)$ , а  $n_0 = 1$ , получаем исходную систему уравнений для ЗКЦ:

$$\begin{cases} p = \tau + (\tau - 1)n_{(\tau-1)} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n_{ц} = 2 + n_{(\tau-1)} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{Цm} = (6 - m)n_{ц} - \Sigma(k - m)p_k = (7 - m). \end{cases} \quad (46)$$

Система уравнений (46) представляет собой **универсальную структурную математическую модель ЗКЦ** и позволяет находить все возможные структуры замкнутых кинематических цепей подвижных звеньев по трем задаваемым независимым параметрам:  $\tau$ ,  $k$ ,  $n_{ц}$ .

Рассмотрим особенности применения универсальной структурной математической модели ЗКЦ (46) на примере поиска всех возможных структур ЗКЦ первого подсемейства первого семейства при сложности базисного звена цепи  $\tau = 3$  и общем числе звеньев цепи равном 6.

Универсальная структурная математическая модель ЗКЦ (46) для цепей первого семейства имеет вид:

$$\begin{cases} p = \tau + (\tau - 1)n_{(\tau-1)} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n_{ц} = 2 + n_{(\tau-1)} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{ц1} = 5n_{ц} - 4p_5 - 3p_4 - 2p_3 - p_2 = 6. \end{cases} \quad (47)$$

При условии:  $\tau = 3$ ,  $n_{ц} = 6$ , система уравнений (47) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n_{ц} = 2 + n_2 + n_1, \\ 4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2 = 5n_{ц} - 6. \end{cases} \quad (48)$$

Из третьего уравнения системы (48) выразим  $n_{ц}$ :

$$n_{ц} = \frac{(4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2) + 6}{5}. \quad (49)$$

При наличии пар  $p_5, p_4, p_3, p_2$  хотя бы по одной, получаем, что:

$$n_{ц} = \frac{16}{5}.$$

Из этого результата следует, что трехзвенных ЗКЦ в этом подсемействе не существует.

Образование ЗКЦ возможно, если скобка  $(4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2)$  согласно (49), при  $n_{ц} = 4, 5, 6$  и т.д. будет принимать значения, соответственно, из ряда 14, 19, 24 и т.д. через 5.

Выразим из второго уравнения системы (48)  $n_1$ :

$$n_1 = n_{ц} - n_2 - 2, \quad (50)$$

Подставив его в первое уравнение системы (48), получим:

$$p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 1 + n_{ц} + n_2. \quad (51)$$

Тогда для  $\tau = 3$  получим исходную систему:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 1 + n_{ц} + n_2, \\ n_1 = n_{ц} - n_2 - 2, \\ 4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2 = 5n_{ц} - 6. \end{cases} \quad (52)$$

Для случая  $n_{ц} = 6$  по (50)  $n_1 = 4 - n_2$ , а  $p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 7 + n_2$ .

Тогда система (52) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 7 + n_2, \\ 4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (53)$$

Задаваясь  $n_2 = 0$ , получим  $n_1 = 4$ , а  $p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 7$ .

Тогда система (53) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 7, \\ 4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (54)$$

Система (54) не имеет решений.

Задаваясь  $n_2 = 1$ , получим  $n_1 = 3$ , а  $p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 8$ .

Тогда система (53) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 8, \\ 4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (55)$$

Система (55) имеет два решения:

$$n_{ц} = 6, n_1 = 3, n_2 = 1, p_5 = 4, p_4 = 1, p_3 = 2, p_2 = 1. \quad (I)$$

$$n_{ц} = 6, n_1 = 3, n_2 = 1, p_5 = 3, p_4 = 3, p_3 = 1, p_2 = 1. \quad (II)$$

Задаваясь  $n_2 = 2$ , получим  $n_1 = 2$ , а  $p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 9$ .

Тогда система (53) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 9, \\ 4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (56)$$

Система (56) имеет шесть решений:

$$n_4 = 6, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 1, p_4 = 5, p_3 = 2, p_2 = 1. \quad (III)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 2, p_4 = 4, p_3 = 1, p_2 = 2. \quad (IV)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 2, p_4 = 3, p_3 = 3, p_2 = 1. \quad (V)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 3, p_4 = 2, p_3 = 2, p_2 = 2. \quad (VI)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 3, p_4 = 1, p_3 = 4, p_2 = 1. \quad (VII)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 4, p_4 = 1, p_3 = 1, p_2 = 3. \quad (VIII)$$

Задаваясь  $n_2 = 3$ , получим  $n_1 = 1$ , а  $p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 10$ .

Тогда система (53) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_4 + p_3 + p_2 = 10, \\ 4p_5 + 3p_4 + 2p_3 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (57)$$

Система (57) имеет шесть решений:

$$n_4 = 6, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 1, p_4 = 5, p_3 = 1, p_2 = 3. \quad (IX)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 1, p_4 = 4, p_3 = 3, p_2 = 2. \quad (X)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_4 = 2, p_3 = 4, p_2 = 2. \quad (XI)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_4 = 3, p_3 = 2, p_2 = 3. \quad (XII)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_4 = 1, p_3 = 6, p_2 = 1. \quad (XIII)$$

$$n_4 = 6, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 3, p_4 = 1, p_3 = 3, p_2 = 3. \quad (XIV)$$

Сведем полученные решения в таблицу 1.

**Таблица 1** – Полный состав решений для ЗКЦ первого подсемейства первого семейства при сложности базисного звена цепи  $\tau = 3$  и общем числе звеньев цепи  $n_4 = 6$

Общее число звеньев ЗКЦ, пц	Решения, описывающие организацию ЗКЦ из $n_i$ и $p_k$
6	$n_0 = 1, n_1 = 3, n_2 = 1, p_5 = 4, p_4 = 1, p_3 = 2, p_2 = 1$
6	$n_0 = 1, n_1 = 3, n_2 = 1, p_5 = 3, p_4 = 3, p_3 = 1, p_2 = 1$
6	$n_0 = 1, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 1, p_4 = 5, p_3 = 2, p_2 = 1$
6	$n_0 = 1, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 2, p_4 = 4, p_3 = 1, p_2 = 2$
6	$n_0 = 1, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 2, p_4 = 3, p_3 = 3, p_2 = 1$
6	$n_0 = 1, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 3, p_4 = 2, p_3 = 2, p_2 = 2$
6	$n_0 = 1, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 3, p_4 = 1, p_3 = 4, p_2 = 1$
6	$n_0 = 1, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 4, p_4 = 1, p_3 = 1, p_2 = 3$
6	$n_0 = 1, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 1, p_4 = 5, p_3 = 1, p_2 = 3$
6	$n_0 = 1, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 1, p_4 = 4, p_3 = 3, p_2 = 2$
6	$n_0 = 1, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_4 = 2, p_3 = 4, p_2 = 2$
6	$n_0 = 1, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_4 = 3, p_3 = 2, p_2 = 3$
6	$n_0 = 1, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_4 = 1, p_3 = 6, p_2 = 1$
6	$n_0 = 1, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 3, p_4 = 1, p_3 = 3, p_2 = 3$

Используя данные таблицы 1 можно найти все без исключения структурные схемы замкнутых кинематических цепей подвижных звеньев первого подсемейства первого семейства при заданных параметрах.



### Заключение

Задачу структурного синтеза ЗКЦ можно условно разбить на три этапа. На первом этапе с помощью универсальной структурной математической модели ЗКЦ осуществляется синтез структур закрытых кинематических цепей подвижных звеньев по заданным параметрам, т.е. решается система уравнений (46). Её решением являются сочетания кинематических пар и звеньев, из которых будут состоять рассматриваемые ЗКЦ. На втором этапе составляются схемы ЗКЦ, которые изображают взаимное расположение полученных сочетаний кинематических пар и звеньев. На завершающем этапе условные классы кинематических пар заменяются технически реализуемыми парами с конкретным комплексом движений.

### Список литературы:

1. Grubler M. Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten / M. Grubler // *Civilingenieur*. Leipzig. – 1883. – № 29. – P. 167–200.
2. Федоров А.И. К вопросу о полном составе восьмизвенных плоских цепей Грюблера / А.И. Федоров, Л.Т. Дворников // *МашиноСтроение*. – Новокузнецк, 2010. – № 20. – С. 45–51
3. Добровольский В.В. Основные принципы рациональной классификации механизмов / В.В. Добровольский // *Структура и классификация механизмов*. – М.; Л. : Изд-во АН СССР. – 1939. – С. 5–48.
4. Артоболевский И.И. Структура, кинематика и кинетостатика многозвенных плоских механизмов. – М.; Л. : ГОНТИ НКТП, СССР. – 1939. – 232 с.
5. Дворников Л.Т. Универсальная структурная классификация механизмов / Л.Т. Дворников // *МашиноСтроение*. – Новокузнецк, 2011. – № 21. – С. 4–37.
6. Вовкотруб В.В. Механизмы первого семейства. Основы теории / В.В. Вовкотруб // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 375–378.
7. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов : учеб. пособие. – Новокузнецк : Сиб-ГИУ, 1994. – 102 с.
8. Проблема управления качеством образовательного процесса иностранных военных специалистов при изменении условий и факторов, в которых проводится обучение / Г.И. Захаренко, С.А. Гордиенко, С.А. Максимов // В сборнике: Инновационные технологии в образовательном процессе. Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2017. – С. 95–98.
9. Апробация программных оболочек для создания компьютерных тестов / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 93–96.
10. Морфология апробации интерактивных электронных учебников и обучающих курсов / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 90–93.
11. Разработка компьютерных тестов различного типа / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 84–90.
12. Подбор тестовых оболочек для диагностирования образовательных достижений обучающихся / И.А. Попов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2018. – С. 79–84.

УДК 378.147

**ЗАДАЧИ ПО РАСЧЕТУ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КУРСАНТОВ**



**TASKS FOR CALCULATING THE RELIABILITY OF TECHNICAL MEANS  
FOR COURSE PROJECTS AND INDEPENDENT WORK OF CADETS**

**Головнина Н.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Исаев Г.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Таскин С.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье изложены базовые понятия надежности; приведены основные законы распределения времени безотказной работы технических средств; рассматривается плотность отказов, характеризующая надежность технических средств, время безотказной работы и задачи по определению количественных значений параметров надежности технических средств.

**Ключевые слова:** надежность технического средства, время безотказной работы, плотность отказов, определение вероятности, распределение Пуассона, экспоненциальный закон.

**Golovnina N.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Isaev G.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Taskin S.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article outlines the basic concepts of reliability; the main laws of the distribution of the time of failure-free operation of technical means are given; the density of failures, which characterizes the reliability of technical means, the time of failure-free operation and the tasks of determining the quantitative values of the reliability parameters of technical means, is considered.

**Keywords:** reliability of technical means, uptime, failure density, probability determination, Poisson distribution, exponential law.

**П**од надежностью технического средства принято считать свойство выполнения заданных этому техническому средству функций. При этом во время выполнения заданных функций недопустимы временные потери или потери значений определенных используемых показателей в установленных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и перемещения.

Надежность является одним из важнейших свойств; она определяет функциональные показатели любых технических средств. От надежности зависят такие жизненно важные показатели, как безопасность, экономичность, конкурентоспособность и прочее.

Надежность – это способность технических систем стабильно и безошибочно функционировать в течение долгого временного периода в заданных эксплуатационных условиях.

Основной термин в теории надежности – отказ, являющий собой полную или частичную потерю работоспособности системы. Виды отказов:

- внезапный отказ – повреждение (например, поломка) какого-либо элемента устройства;
- постепенный отказ возникает в результате непрерывного изменения характеристик системы, например, износа основных элементов и возрастания зазоров, приводящих к поломке.

Надежность работы какого-либо прибора обычно связывают с временем его безотказной работы: надежность прибора считается более высокой, если у него реже наблюдается отказы, и время его безотказной работы больше.

Отказы в работе появляются в случайные моменты времени, поэтому время безотказной работы является величиной случайной. А это означает, что, характеризуя надежность технических средств, необходимо использовать методы теории вероятностей.

Надежность технических средств может быть определена плотностью отказов  $\lambda$ , значение которой устанавливается на основании статистических данных об испытании данного прибора на надежность. Это осуществляется следующим образом: одновременно запускают в работу большое количество однотипных приборов и фиксируют моменты отказов приборов. Затем для каждого из интервалов  $\Delta t$  на оси времени подсчитывают количество отказов. Пусть в данном интервале  $\Delta t$  было зафиксировано  $n_t$  отказов из  $N_t$ , действовавших к этому времени приборов. Плотностью отказов  $\lambda(t)$  называют количество отказов в единицу времени, отнесенное к общему количеству действующих до этого момента времени  $t$  приборов:

$$\lambda(t) = \frac{n_t}{N_t \Delta t}. \quad (1)$$

Для большинства технических средств плотность отказов рассчитывается, если число испытываемых приборов достаточно велико, а интервалы времени  $\Delta t$  достаточно малы. Если построить статистическую кривую плотности отказов, то она будет иметь три явно выраженных участка. На начальном участке плотность отказов в момент начала работы велика, а затем падает до некоторого стационарного значения. Это так называемый период приработки, когда выявляются различного рода дефекты производства прибора, не обнаруженные ранее. Далее на сравнительно большом участке плотность отказов сохраняется примерно постоянной (период основной работы прибора). На последнем участке плотность отказов возрастает, достигая иногда заметной величины. Это период старения прибора, когда в нем происходят физические, химические или иные изменения, существенно влияющие на его надежность.

Первый период не является рабочим. Данный период производственной «обкатки» прибора, его испытаний. Только после этого периода начинается следующий – период непосредственного использования прибора. На третьем периоде прибор также не используется: он или изменяется, или подвергается восстановительному ремонту.

Боевая техника эксплуатируется только на втором периоде. Поэтому мы будем рассматривать лишь этот период. Отличительной особенностью основного периода эксплуатации прибора является постоянство плотности отказов, которая, таким образом, не зависит от времени:  $\lambda(t) = \lambda$ .

Исходя из этих предпосылок, определяются все параметры, характеризующие надежность технических средств. Существенно важным при этом является то, что на указанном основном периоде эксплуатации прибора моменты наступления отказов образуют простейший пуассоновский поток отказов, так как он ординарен, стационарен и в нем отсутствует последствие.

На основании изложенного вероятность  $P_m$  того, что на интервале времени  $t$  будет иметь место  $m$  отказов, определится так:

$$P_m = \frac{(\lambda t)^m}{m!} e^{-\lambda t}, \quad (2)$$

что следует из основного соотношения для определения вероятности появления события  $m$  раз при наличии распределения Пуассона. В выражении (2) величина  $\lambda t$  представляет собой среднее значение (математическое ожидание) числа отказов на интервале  $t$  при плотности отказов  $\lambda$ .

А теперь получим соотношения для некоторых основных параметров, характеризующих надежность технических средств. Определим вероятность  $P_t$  безотказной работы прибора в течение времени  $t$ .

Основным параметром, характеризующим надежность технических средств, является вероятность  $P_t$  безотказной работы прибора в течение заданного времени  $t$ .

Эта вероятность будет равна вероятности того, что в течение времени  $t$  не появится ни одного отказа. Полагая в формуле (2)  $m = 0$ , получим:

$$P_t = P_0 = \frac{(\lambda t)^0}{0!} e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t}.$$

Таким образом,

$$P_t = e^{-\lambda t}. \quad (3)$$

Следовательно, время безотказной работы прибора подчинено экспоненциальному закону.

На рисунке 1 показаны значения вероятностей  $P_t$  при различной плотности потока отказов. Понятно, что вероятность  $P_t$  будет больше при уменьшении значений  $\lambda$ .

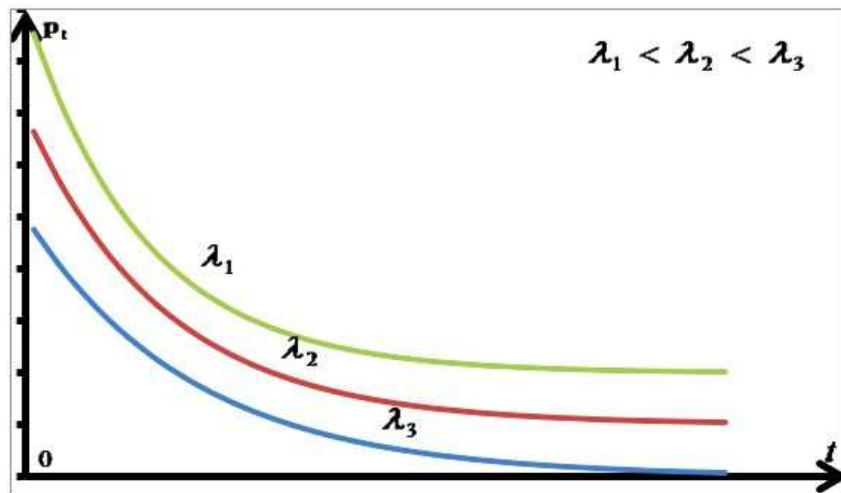


Рисунок 1 – Значения вероятности  $P_t$  безотказной работы при различных значениях плотности  $\lambda$  отказов

Рассмотрим функцию распределения времени безотказной работы.

При решении некоторых задач оценки эффективности боевых действий приходится учитывать не вероятность безотказной работы, а функцию распределения времени безотказной работы.

Интегральная функция распределения  $F(t)$  времени безотказной работы будет представлять собой вероятность того, что случайная величина  $T$  (время безотказной работы) будет меньше некоторой наперед заданной величины  $t$ :

$$F(t) = p(T < t),$$

т.е. будет равна вероятности того, что на интервале  $t$  будет иметь место отказ в работе прибора, поэтому определится так:

$$F(t) = 1 - p(t).$$

Учитывая выражение (3), окончательно получим:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (4)$$

Дифференциальная функция распределения времени безотказной работы как первая производная от интегральной функции распределения определится так:

$$\varphi(t) = \frac{d}{dt} F(t) = \lambda e^{-\lambda t}.$$

Таким образом, окончательно получим:

$$\varphi(t) = \lambda e^{-\lambda t}. \quad (5)$$

График дифференциальной функции распределения времени безотказной работы представлен на рисунке 2.

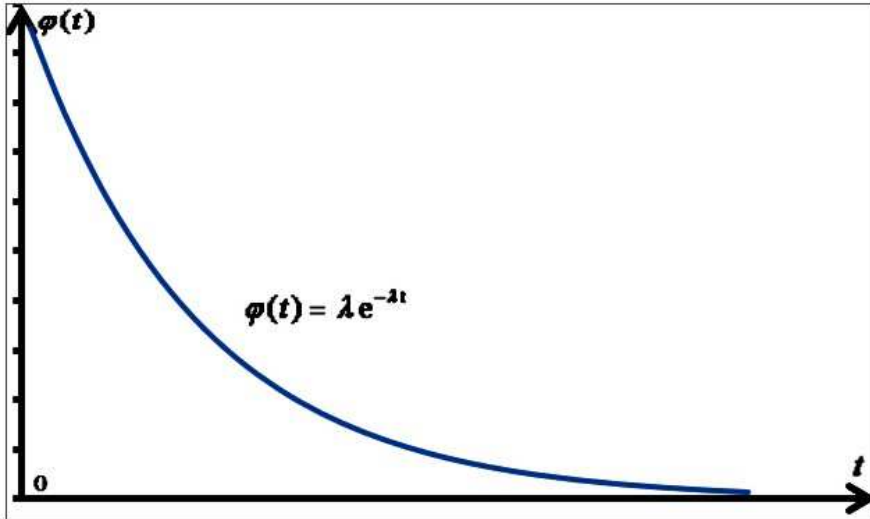


Рисунок 2 – Дифференциальная функция распределения времени безотказной работы

Следовательно, время безотказной работы подчинено экспоненциальному закону типа того, который рассматривался при характеристике времени обслуживания заявки в системе массового обслуживания [7]. Напоминаем, что отличительным свойством такого закона является то, что вероятность того, что в течении времени  $t$  прибор будет работать безотказно, не зависит от того, сколько времени он уже работал.

Из графика (рис. 2) следует, что вероятности малых времен безотказной работы прибора будут гораздо большими, чем вероятности больших времен безотказной работы, что вполне естественно.

Теперь рассчитаем среднее время безотказной работы. Одним из основных и часто используемых на практике является еще и такой параметр, как среднее время безотказной работы  $t_{cp}$ . Среднее время безотказной работы  $t_{cp}$  как математическое ожидание времени безотказной работы определится так:

$$t_{cp} = \int_0^{\infty} t \varphi(t) dt.$$

Учитывая выражение (5), получим:

$$t_{cp} = \int_0^{\infty} t \lambda e^{-\lambda t} dt.$$

Интегрируя по частям и обозначая:

$$\lambda e^{-\lambda t} dt, \quad dt = du, \quad t = v.$$

получим:

$$t_{cp} = -te^{-\lambda t} \Big|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt .$$

Первое слагаемое будет равно нулю. Последний интеграл – табличный. Вычислив его, получим:

$$t_{cp} = -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} \Big|_0^{\infty} = -\frac{1}{\lambda e^{\lambda t}} \Big|_0^{\infty} = \frac{1}{\lambda} .$$

Таким образом, окончательно получим:

$$t_{cp} = \frac{1}{\lambda} . \tag{6}$$

откуда:

$$\lambda = \frac{1}{t_{cp}} . \tag{7}$$

Ранее мы показали, что вероятность  $P_t$  безотказной работы прибора в течение времени  $t$  определяется так (выражение(3)):

$$P_t = e^{-\lambda t} .$$

Учитывая выражение (7), получим:

$$P_t = e^{-\frac{t}{t_{cp}}} . \tag{8}$$

Таким образом, при простейшем пуассоновском потоке отказов среднее время безотказной работы прибора является исчерпывающей характеристикой надежности его работы, так как, зная его, можно определить вероятность безотказной работы прибора в течение любого заданного времени  $t$ .

Рассмотрим некоторые практические задачи по определению количественных значений параметров надежности технических средств.

**Задача № 1.** Определение вероятности безотказной работы технических средств.

Эта задача является основной, поскольку основным критерием, характеризующим надежность технических средств, является вероятность  $P_t$  безотказной работы используемых средств в течение некоторого заданного времени  $t$ . В силу этого вероятность  $P_t$  часто называют надежностью технических средств. Как только что было показано, эта вероятность вычисляется по формуле (8):

$$P_t = e^{-\frac{t}{t_{cp}}} .$$

Если среднее время безотказной работы  $t_{cp}$ , будет значительно больше времени  $t$  работы используемых средств, то вероятность  $P_t$  может вычисляться по следующей приближенной формуле:

$$P_t = 1 - \frac{t}{t_{cp}} , \tag{9}$$

которая получается при разложении величины  $e^{-\frac{t}{t_{cp}}}$  в степенной ряд.

Ошибки в определении вероятности  $P_t$  по этой формуле будут несущественными, если  $t_{cp} > 4t$ , что на практике часто имеет место. Допустимость использования формулы (9) подтверждается решенным ниже численным примером.

Среднее время безотказной работы радиолокационной станции составляет 50 час. Определить вероятность того, что эта радиолокационная станция будет работать безотказно в течение 5 час.

Решение.

Вероятность безотказной работы радиолокационной станции равна:

$$p_t = e^{-\frac{t}{t_{cp}}} = e^{-\frac{5}{50}} = e^{-0.10} = 0,905.$$

**Задача № 2.** Определение ожидаемого времени  $t$  безотказной работы технических средств для заданной вероятности  $P_t$ , безотказной работы.

Подобная задача решается тогда, когда требуется оценить допустимое время использования технических средств. Решая соотношение (8) относительно  $t$ , получим:

$$t = -\frac{\lg p_t}{\lg e} t_{cp}$$

или, учитывая, что:

$$\lg e = 0,434 : t = -2,31 \lg p_t t_{cp} \quad (10)$$

При решении подобных задач надежность  $p_t$  обычно задается достаточно большой. А это означает, что соответствующие величины могут вычисляться по приближенной формуле (9).

Решая соотношение (9) относительно  $t$  получим:

$$t = (1 - p_t) t_{cp}. \quad (11)$$

Рассмотрим еще один пример. Среднее время безотказной работы радиолокационной станции составляет 50 час. Определить, при каком времени  $t$  работы радиолокационной станции ее надежность (вероятность безотказной работы) будет не менее 0,95.

Решение. На основании соотношения (11) получаем:

$$t = (1 - p_t) t_{cp} = (1 - 0,95) \cdot 50 = 2,5 \text{ часа.}$$

Таким образом, в данном случае для того, чтобы получить надежность радиолокационной станции не хуже  $p_t = 0,905$ , необходимо использовать ее в течение не более  $t = 2,5$  часа.

**Задача № 3.** Определение необходимого значения среднего времени безотказной работы технических средств.

Эта задача решается как правило в том случае, когда по известным (заданным) условиям работы технических средств требуется определить (выработать) тактико-технические требования к ним в области надежности работы. Задача сводится к определению необходимого значения среднего времени безотказной работы технических средств по известным (заданным) значениям времени  $t$  работы этих технических средств и надежности  $p_t$  их работы.

Решая соотношение (8) относительно  $t_{cp}$ , получим:

$$t_{cp} = 0,434 \frac{t}{\lg p_t}. \quad (12)$$

Надежность  $P_t$  обычно задается достаточно большой, поэтому при решении задачи может использоваться формула (9). Решая соотношение (9) относительно  $t_{cp}$ , получим:

$$t_{cp} = \frac{t}{1 - p_t}. \quad (13)$$

Пример 3. Радиолокационная станция используется в течение 4 часов.

Каково должно быть среднее время безотказной работы станции для того, чтобы с надежностью 0,95 гарантировать ее безотказную работу?

Решение. На основании соотношения (13) получаем:

$$t_{cp} = \frac{t}{1 - p_t} = \frac{4}{1 - 0,95} = 80 \text{ час.}$$

Таким образом, для данных условий среднее время безотказной работы должно быть  $t_{cp} = 80$  часов.

Из соотношения (13) следует, что среднее время безотказной работы  $t_{cp}$  обратно пропорционально допустимой вероятности отказа  $1 - p_t = q_t$ . А это означает, что для увеличения надежности  $p_t$  (при  $(p_t \rightarrow 1)$ ) необходимо существенно увеличивать среднее время безотказной работы аппаратуры. Так, например, для обеспечения надежности  $p_t = 0,98$  среднее время безотказной работы аппаратуры должно быть в 50 раз больше времени  $t$  ее работы ( $t_{cp} = 50t$ ), а для обеспечения надежности  $p_t = 0,99$  требования к величине среднего времени безотказной работы удваиваются ( $t_{cp} = 100t$ ).

Естественно, что реализация таких требований надежности работы аппаратуры часто встречает определенные технические трудности и не всегда может быть осуществлена.

В заключении необходимо отметить, что методы теории вероятностей в настоящее время проникли в самые различные отрасли знания, являясь при этом основой создания многих современных научных направлений: теории управления, теории распознавания образов, теории надежности, теории массового обслуживания и т.д. Окружающий мир многообразен, и задачи, возникающие при изучении тех или иных случайных явлений, при обработке результатов наблюдений над ними, требуют разработки новых вероятностных моделей [3].

Выработка знаний при изучении естественнонаучных, профессиональных, военных и военно-специальных дисциплин является созданием базы для дальнейшего самостоятельного обучения. Обучение основным математическим методам необходимо для моделирования реальных процессов и явлений, изучаемых в других дисциплинах. Умение находить оптимальное решение в профессиональных задачах и выбор наилучших способов реализации этих решений развивает не только умственные, но и творческие качества курсантов [4].

#### Список литературы:

1. Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем : учебник для вузов. – М. : Юрайт, 2022. – 289 с.
2. Алчинов В.И. Надежность технических систем военного назначения / В.И. Алчинов, А.И. Сидоров, Г.К. Чистова. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 325 с.
3. Варфоломеева С.В. Формирование у студентов профессиональных компетенций при изучении курсов «Математика» и «Информатика» / С.В. Варфоломеева, Н.В. Третьякова // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2019. – С. 248–253.



4. Третьякова Н.В. Компетентностный подход как условие формирования конкурентоспособности личности / Н.В. Третьякова // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – Ростов-н/Д, 2010. – № 2. – С. 81–87.
5. URL : <http://www.obzh.ru/nad/9-5.html>
6. URL : <https://nikas.pnzgu.ru/files/nikas.pnzgu.ru/4321.pdf>
7. Головнина Н.В. Использование теории массового обслуживания в военно-прикладных задачах / Н.В. Головнина, Р.Р. Черный // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 219–222.
8. Системный подход к самостоятельной работе обучающихся / Ю.А. Савицкий [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 1. – С. 445–448.
9. Савицкий Ю.А. Современный взгляд на естественно-научную грамотность обучаемых / Ю.А. Савицкий, В.А. Нефедовский, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 405–408.
10. Исаев Г.Р. Требования безопасности полётов к самолётам транспортной категории / Г.Р. Исаев, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 404–407.

УДК 366.64

**НЕЧЕТКИЙ ПОДХОД QFD ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРАТЕГИЙ  
УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**



**FUZZY QFD APPROACH FOR DEFINING CONFECTIONARY  
DEVELOPMENT MANAGEMENT STRATEGIES**

**Данович Л.М.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет,  
dlm59@mail.ru

**Красина И.Б.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kib@mail.ru

**Сторчеус К.Н.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
ksenyas02@mail.ru

**Терехов В.В.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
mitya.ivanov.2015@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность применения метода QFD как эффективного инструмента выявления потребительских предпочтений по новой характеристике бисквитного торта, а также проектирования высококачественных продуктов пищевой промышленности. Потребительские ожидания были изучены в отношении этих продуктов, а затем переведены в технические характеристики, важные с точки зрения производителя бисквитных тортов. Проведенный анализ показал, что есть шанс получить такой вид бисквитных тортов, который будет отвечать требованиям потребителей, а заодно и требованиям диетологов и технологов.

**Ключевые слова:** качество, бисквитный торт, требования потребителей, развертывание функции качества, метод QFD.

**Danovich L.M.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
dlm59@mail.ru

**Krasina I.B.**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
kib@mail.ru

**Storcheus K.N.**

Student,  
Kuban State Technological University  
ksenyas02@mail.ru

**Terekhov V.V.**

Student,  
Kuban State Technological University  
mitya.ivanov.2015@mail.ru

**Abstract.** The article considers the possibility of using the QFD method as an effective tool for identifying consumer preferences for a new characteristic of a biscuit cake, as well as designing high-quality food products. Consumer expectations were studied for these products and then translated into technical specifications that are important from the point of view of a biscuit cake manufacturer. The analysis showed that there is a chance to get a kind of biscuit cakes that will meet the requirements of consumers, and at the same time the requirements of nutritionists and technologists.

**Keywords:** quality, biscuit cake, consumer requirements, quality function deployment, QFD method.

**П**отребность в постоянном повышении качества выпускаемой продукции является стимулом для производителей к непрерывным инновациям продукции. Этот вопрос затрагивает все больше отраслей промышленности, в том числе и производство продуктов питания. Поиск новых более качественных продуктов и их дальнейшее развитие направлены на то, чтобы вывести на рынок товары, наилучшим образом соответствующие потребительским предпочтениям, которые проявляют те характеристики и уровни этих черт, которые будут широко приняты потребителями [1].

Постоянное стремление к выполнению ожиданий клиентов необходимо для поддержания позиций на рынке и конкуренции с другими компаниями, работающими в

данной отрасли промышленности [2]. Ориентация на потребителя должна лежать в основе стратегических планов любой организации в сфере производственного процесса.

Особенно важно сосредоточиться на проектировании качества, которое анализирует каждое действие, связанное с получением и поддержанием заданного уровня качества продукта в течение всего его жизненного цикла [3]. Это важный вопрос для пищевой промышленности, клиенты которой принадлежат к разнообразному, во многих отношениях, сообществу и определение качественных характеристик потребительских продуктов питания является предметом их обсуждения [4]. Рынок пищевой промышленности формируется широким кругом потребителей с различными требованиями и предпочтениями, которые четко определяют и стандартизируют основу как дизайна продукта, так и производственного процесса. Требования к качеству определяют жизненный цикл продукции и контролируют управленческую деятельность и нормативные акты предприятия. Компания, заботящаяся о здоровье потребителя, пытается создать продукт, за которым клиенты, при следующем выборе, вернуться и снова купят.

Метод QFD – это кросс-функциональный инструмент планирования, который обеспечивает систематическое развертывание голоса клиента на всех этапах планирования и проектирования продукта [5]. Этот метод улучшает процесс коммуникации между производителями и клиентами и используется для корректировки уровня качества продукции в соответствии с требованиями клиентов.

На практике разработка нового или модификация существующего потребительского пищевого продукта происходит путем планирования процессов, выбора сырья и добавок к продукту (пище) желаемого качества (сенсорного, пищевого и диетического) [6]. Пищевая промышленность – это сильно сегментированный рынок, на котором производители и розничные торговцы должны быть в состоянии быстро реагировать на меняющийся характер предпочтений и вкусов потребителей.

Потребители кондитерских изделий образуют очень разнообразное сообщество, что делает диагностику, систематизацию и интерпретацию их ожиданий чрезвычайно сложной задачей. Кроме того, в технологии бисквитных тортов возможно моделирование их качества путем применения различных сырьевых и технологических параметров [7]. Это изделия, для производства которых необходимо добавлять достаточно большое количество жиров, вплоть до 100 % по отношению к массе муки. Кроме того, функциональность ингредиента трудно оценить в сложных системах, таких как торты, потому что несколько ингредиентов могут взаимодействовать и влиять на сенсорное качество. Поэтому разработка новых рецептур тортов, которые воспринимаются как свежие и которые сохраняют свежесть во время хранения, является сложным процессом.

Исследование проводилось в два этапа: на первом этапе потребители определяли свои предпочтения в отношении бисквитных тортов. Материал был собран путем прямого интервью и основан на опросах, в ходе которых респонденты оценивали предложенные параметры, определяющие качество тортов. Следующим этапом исследования явилось определение взаимосвязи между технологическими параметрами и требованиями потребителей по отношению к данному виду кондитерских изделий. Для этого были использованы результаты мозгового штурма, как способа группового поиска новых идей для решения проблем. Во время учебной сессии участники могли свободно принять любое количество индивидуальных решений, а затем оценить все предложения и сделать свой выбор.

Результатом этого шага является матрица связей между техническими параметрами и техническими требованиями, которая является одним из направлений метода QFD. Кроме того, была проведена органолептическая оценка приготовленного бисквитного торта с целью сравнения его свойств с особенностями двух других бисквитных тортов, которые уже есть на рынке. Эта оценка была произведена командой из 100 случайно отобранных респондентов – студентов.

Респондентам был задан вопрос о параметрах качества, которые должны характеризовать бисквитные торты. Респондентам также предлагалось оценить свои предпочтения в отношении признаков, указанных в шкале от 1 до 5, где 1 – соответствовал самой низкой и 5 – самой высокой оценке данного признака. Сравнение разработанного продукта А с двумя конкурирующими продуктами Б и В с точки зрения оценки потребительских потребностей проводилось в лаборатории сенсорного анализа. Потребительская оценка степени потребительского принятия отдельных продуктов проводилась с использованием пятигедонической шкалы.

QFD учитывает максимально возможную степень потребительских ожиданий и позволяет технологам получать модифицированные или новые продукты с полезным пищевым составом, минимальным количеством спорных ингредиентов и желаемыми органолептическими свойствами. Однако дом качества является основным инструментом планирования, используемым в QFD [8].

Анализ QFD включает в себя последовательность взаимосвязанных действий, чтобы они могли систематически учитывать требования большего числа участников жизненного цикла продукта.[9]. Применение этого метода для бисквитного торта представлено на рисунке 1. Основным инструментом для метода QFD является диаграмма, обычно называемая «домом качества», которая содержит специально определенные поля, охватывающие: требования клиентов – сформулированные на повседневном языке предпочтения и потребности пользователей, требования к валидности со стороны клиентов – назначить индивидуальные особенности коэффициентов валидности для принятой шкалы, список технических параметров, установленных в компании для удовлетворения требований потребителей и поддающихся измерению и возможному выполнению в процессе производства. взаимосвязь между потребительскими требованиями и техническими параметрами по трехбалльной шкале с указанием коэффициента зависимости в прогрессивной шкале, обоснованность технического параметра как сумма произведений коэффициентов обоснованности последовательных требований и коэффициентов их взаимосвязи с данным техническим параметром, определение взаимного влияния на каждый отдельный признак продукта, сравнение собственного продукта с продуктами конкурирующих компаний.

Обобщенные в матрице данные позволяют сделать вывод о том, что все требования, определяемые потребителями бисквитных тортов, отражены в концепции разрабатываемого продукта. Большое количество зависимостей, определяемых как сильные – 3 балла, так и промежуточные – 2 балла, свидетельствует о том, что параметры планируемого пищевого продукта обусловлены требованиями его потребителей.

Для оценки значимости отдельных качественных характеристик в общей концепции изделия были проведены расчеты обоснованности технических параметров. Установлено, что критическими параметрами для бисквитных тортов с кремом являются:

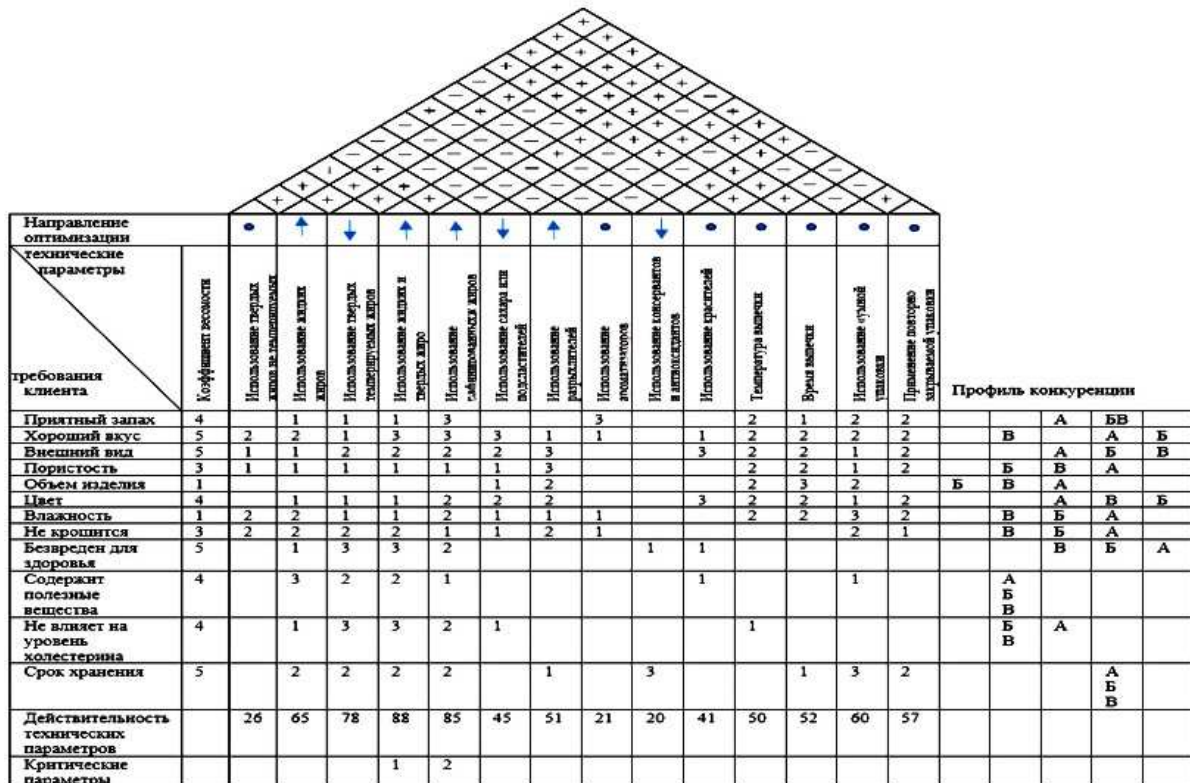


Рисунок 1 – Дом качества

- использование жидких и твердых веществ ( $\beta\beta'$  кристаллическая форма) жиры;
- использование рафинированных жиров.

Рассматривая эти два параметра, можно сделать вывод, что требования потребителей направлены в основном на продукт, характеризующийся большим объемом, правильным цветом и в то же время требуется, чтобы продукты, характеризовались отсутствием ощущения «песчанности» во время еды. Кроме того, для определения имиджевого профиля разрабатываемого продукта был проведен анализ конкурентоспособности. С этой целью была проведена сравнительная оценка разработанного бисквитного торта с двумя другими аналогичными продуктами, выпускаемыми двумя конкурирующими компаниями, которые уже находятся на рынке. Изделия сравнивались с точки зрения степени соответствия индивидуальным требованиям потребителя, выраженным на этапе разработки обоснованной оценки предлагаемых технических параметров изделия.

Анализ конкурентоспособности показал преимущество разработанного бисквитного торта (компания А – рис. 1) в отношении потребностей потребителей с точки зрения объема продукта, влажности, крошливости, пористости и пользы для здоровья. Разработанный продукт получил более низкие оценки по сравнению с продуктами конкурирующих компаний по параметрам, связанным с запахом, внешним видом и цветом. Поэтому существует необходимость модифицировать предлагаемый продукт с точки зрения запаха, запаха и цвета.

Таким образом, анализ с использованием метода QFD показал, что существует вероятность производства пищевого продукта, бисквитного торта, являющегося видом кондитерских изделий, который будет отвечать требованиям потребителей и в то же время отвечать требованиям диетологов и технологов.

Исследование показывает, что метод QFD является подходящим инструментом для проектирования продуктов или процессов, особенно когда нам приходится иметь дело с постоянно меняющейся модой и непрерывным прогрессом в области применяемых материалов и технологий. Современный подход к качеству конечного продукта является наиболее важным показателем удовлетворенности клиентов и удовлетворения их потребностей. Метод развертывания функции качества является подходящим инструментом для перевода требований рынка на технический язык, используемый проектировщиками, инженерами и технологами.

#### **Список литературы:**

1. Научно-практические основы производства специализированных мучных кондитерских изделий / Е.В. Филиппова, И.Б. Красина, А.Н. Куракина, Е.В. Красина. – Краснодар, 2018.
2. Куракина Н.Э. Анализ потребительских предпочтений при выборе мучных кондитерских изделий / Н.Э. Куракина, И.Б. Красина // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 130–140.
3. Пивкин К.С. Корреляционный анализ факторов влияния на покупательский спрос розничного магазина как этап формирования модели прогнозирования и управления запасами / К.С. Пивкин // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2016. – Т. 26. – № 3. – С. 40–50.
4. Изучение потребительских предпочтений при выборе мучных кондитерских изделий / В.Е. Понамарева [и др.] // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2018. – № 5. – С. 59–70.
5. Красин П.С. Формирование и оценка потребительских свойств шоколадных масс пониженной сахароемкости, обладающих пребиотическими свойствами : автореф. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2019. – 24 с.
6. Красина И.Б. Современные подходы к технологиям усовершенствованных мучных разработок кондитерских изделий. Деп. в ВИНТИ 27.12.2007, № 1253-В2007.
7. Джахимова О.И. Применение функциональных добавок при производстве кондитерских изделий / О.И. Джахимова, И.Б. Красина, Н.А. Тарасенко // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2013. – № 1. – С. 40–43.

8. Красина И.Б. Статистические методы обработки экспериментальных данных / И.Б. Красина, Л.М. Данович. – Краснодар, 2015. – 244 с.
9. Данович Л.М., Красина И.Б., Доронина В.Г. Использование имитационного моделирования производственных процессов / В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2021. С. 437-439.

УДК 004.584

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЧАТ-БОТОВ  
КАК ИНСТРУМЕНТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ**



**THE CHAT-BOTS TECHNOLOGY APPLICATION ANALYSIS  
AS A TOOL OF THE USER INTERACTION**

**Даутова И.С.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
irinadautova2018@gmail.com

**Курдюкова Т.А.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
tanya\_kurdukova@inbox.ru

**Саввина Н.В.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
nata\_s@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье приводится анализ использования чат-бота и его реализация для мессенджера Telegram, разработанная в среде Xcode на языке программирования Swift. Итоги работы в рамках поставленной задачи:

- теоретическое исследование плюсов и минусов чат-ботов в современном мире;
- выбор функций для бота-помощника;
- выбор среды разработки и языка программирования;
- реализация и тестирование программы.

**Ключевые слова:** чат-бот, бот, Телеграмм-бот, мессенджер, Swift, Telegram, веб-сайт, транзакция, виртуальный помощник.

**Dautova I.S.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
irinadautova2018@gmail.com

**Kurdukova T.A.**

Student,  
Kuban State Technological University  
tanya\_kurdukova@inbox.ru

**Savvina N.V.**

Student,  
Kuban State Technological University  
nata\_s@gmail.com

**Abstract.** This article provides an analysis of the use of a chat bot and its implementation for the Telegram messenger, developed in the Xcode environment in the Swift programming language. The results of the work within the framework of the task:

- theoretical study of the pros and cons of chatbots in the modern world;
- choice of functions for the assistant bot;
- choice of development environment and programming language;
- implementation and testing of the program.

**Keywords:** chat bot, bot, Telegram bot, messenger, Swift, Telegram, website, transaction, virtual assistant.

**Р**азвитие современных технологий, в том числе социальных сетей и мессенджеров позволило упростить некоторые аспекты как профессиональной жизни организаций и компаний, так и повседневного общения между людьми.

Так, например, чат-боты облегчают работу своим пользователям за счет содержания различного рода функций, позволяя узнавать график работы и прочую информацию, согласно назначению. Функционал бота работает на основе инструкций, в связи с чем невозможно узнать информацию, которая не запрограммирована в боте.

Чат-бот – это программа, которая предназначена для упрощения взаимодействия человека и компьютера, позволяющая имитировать реальный разговор с пользователем (рис. 1). Чат-боты позволяют общаться с помощью текстовых или аудио сообщений на сайтах, мобильных приложениях, в мессенджерах.

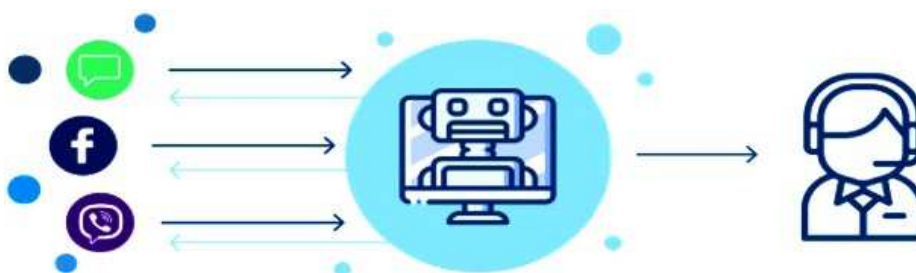


Рисунок 1 – Пример взаимодействия человека и бота

Большое количество отраслей используют чат-ботов для улучшения, а также оптимизации обслуживания клиентов и партнеров из экономической деятельности. Существуют основные сферы, в которых используются боты:

1. Чат-боты для обслуживания клиентов: почти каждая отрасль компаний используют чат-ботов для того, чтобы помогать своим клиентам свободно перемещаться по их веб-сайтам или отвечать на несложные вопросы и направлять людей к соответствующему человеку/отделу.

2. Чат-боты в экономической деятельности: бот необходим для ведения клиентов через линейный поток процессов, чтобы выполнить запросы или транзакции.

3. Виртуальные помощники, такие как Siri, Cortana и Алиса.

Чат-боты с определенной целью, такие как направление жалоб или запросов клиентов, разрабатываются с более ограниченным объемом возможных ответов.

В свою очередь боты имеют несколько направлений:

- боты-информаторы, являются отдельным вид ботов, главная цель которых определяется информированием пользователя о тех или иных событиях (новости, мероприятия, публикации и т.п.);

- бат-боты, представляют из себя обыкновенный простой чат, следующий примеру общения на заданную пользователем тематику;

- боты-ассистенты, боты, разработанные различными онлайн-сервисами как дополнение к основной веб-версии;

- игровые боты, боты, в которых можно поиграть в различные игры. В основном это текстовые версии игр разных времен.

В настоящее время некоторые боты содержат сразу несколько функций и успешно выполняют множество пользовательских задач. При помощи ботов можно обучаться, переводить тексты/слова на разные языки, искать информацию, играть в игры и даже пользоваться другими сервисами и взаимодействовать с приложениями, имеющими выход в глобальную сеть.

Актуальность использования бота обусловлена следующими факторами:

1. Боты позволяют задействовать канал коммуникации с широкой целевой аудиторией (например, мессенджером Telegram в России пользуется около 10 миллионов человек);

2. Боты быстро выполняют монотонную работу, позволяя разгрузить сотрудников, минимизируя денежные затраты компании.

Алгоритм работы бот-утилит достаточно прост. Сообщения или команды, отправленные пользователями, передаются на программное обеспечение, которое было запущено на серверах разработчиков. Далее сервер Telegram выполняет шифрование и осуществляет обратную связь между утилитой и пользователем.

Взаимодействие между ботом и пользователем осуществляется следующим образом: пользователь бота вводит команду, бот передает команду на сервер, программа на сервере обрабатывает полученный от бота запрос, сервер пересылает ответ боту, бот выводит ответ на экран приложения пользователю. Этот цикл повторяется каждый раз, когда пользователь нажимает на кнопки и взаимодействует с любым телеграмм-ботом.

Простейший бот создается при помощи встроенного в Телеграм инструментария. Специальный бот регулирует и поясняет процесс разработки. Первым шагом создания бота является ввод его имени (рис. 2).



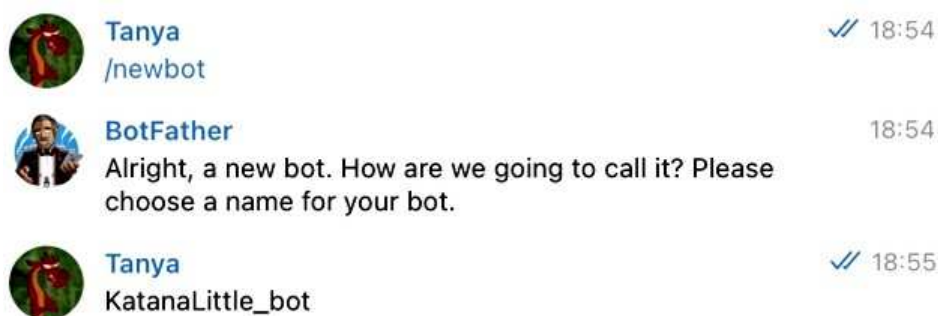


Рисунок 2 – Выбор названия бота

Последней стадией создания бота является получение токена для доступа к http-запроса сервера телеграм. (рис. 3)

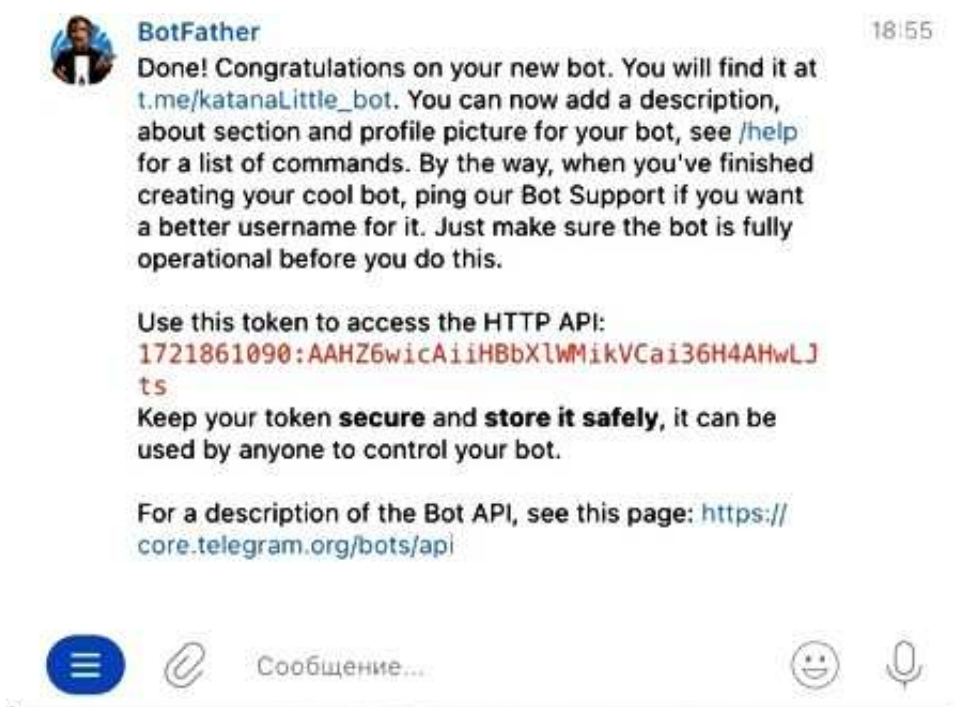


Рисунок 3 – Предоставление токена для нового бота

Интерфейс достаточно прост, поэтому тестирование приложения не составляет труда. Для начала работы с ботом используется команда /start (рис. 4)



Рисунок 4 –Начало работы с ботом

Также можно узнать доступное количество команд:

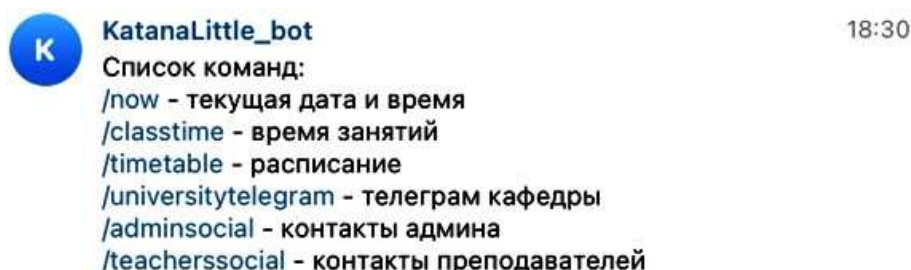


Рисунок 5 – Список команд бота

В зависимости от выбора команды, будет получен соответствующий результат (рис. 6): при выборе команды /classtime было получено начало и окончание занятий, что является удобным при отсутствии расписания поблизости.

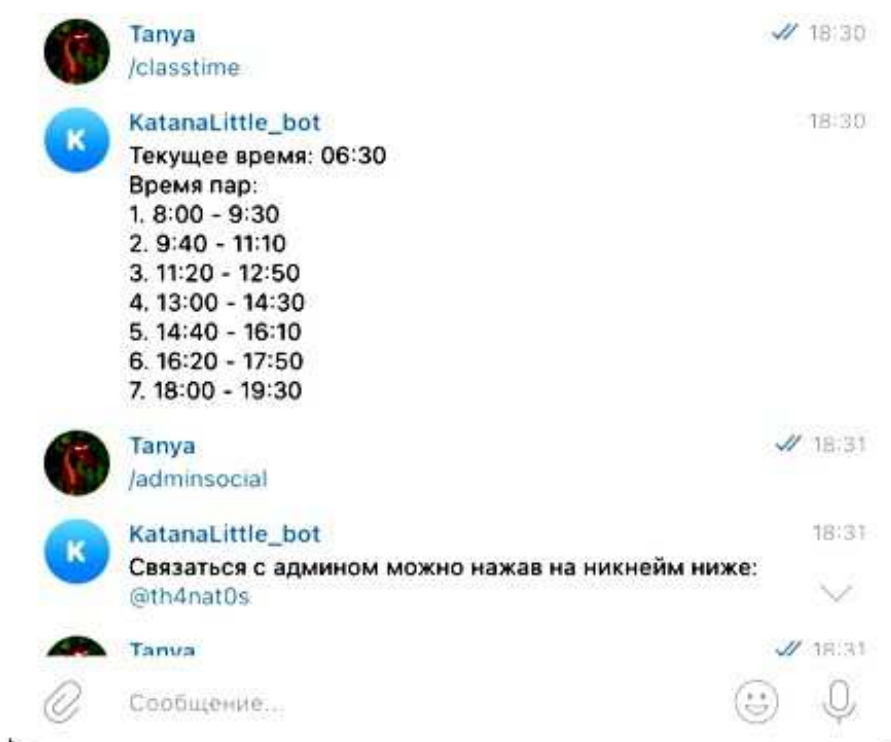


Рисунок 6 – Результат работы функций бота

Если пользователь несуществующую команду – будет выведено соответствующее сообщение об ошибке. Также можно вызвать помощь командой /help чтобы не приходилось перезапускать бота, результат можно увидеть на рисунке ниже (рис. 7):

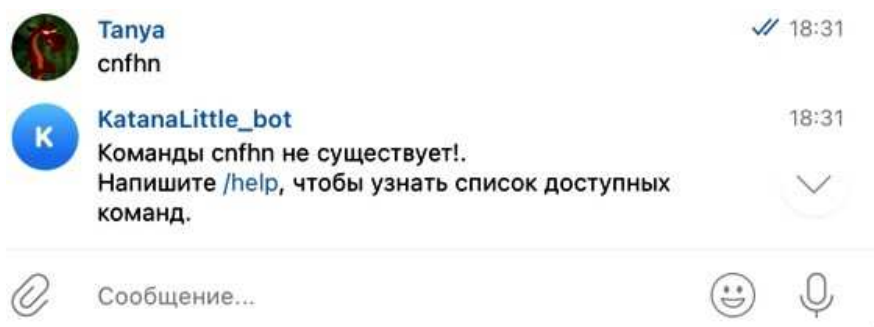


Рисунок 7 – Обработка ошибочной команды

В результате проведенного исследования, было выявлено, что чат-боты могут быть внедрены практически повсеместно: онлайн-ритейл (в том числе консультация первичных пользователей, отслеживание статуса заказа, рекламные рассылки клиентам); в рекрутинговых агентствах (проведение собеседований); запись в электронную очередь (на прием к врачу, на подачу/получение документов и проч.); в общественном питании (резервирование столов и оформление предзаказа в ресторане); везде, где есть техническая поддержка клиентов (решение оперативных вопросов, в том числе касающихся оплаты, подключения/отключения услуг, смены тарифов и т.д.). Чат-бот создаёт ощущение, что бизнес всегда с потребителем на связи. И если робот решает все проблемы пользователя, присутствие человека не нужно.

#### **Список литературы:**

1. Использование чат-бота. – URL : [https://www.sas.com/ru\\_ru/insights/articles/analytics/what-are-chatbots.html](https://www.sas.com/ru_ru/insights/articles/analytics/what-are-chatbots.html)
2. Что такое чат боты Telegram. – URL : <https://sharkdevelop.com/boty-v-telegram>
3. Преимущества чат-ботов. – URL : <https://sendpulse.com/ru/support/glossary/chatbot>
4. Онлайн учебник языка программирования Swift. – URL : <https://swiftbook.ru>
5. Срини Джанарсанам. Разработка чат-ботов и разговорных интерфейсов / Срини Джанарсанам; Пер. с англ. М. Райтман. – М. : «ДМК-Пресс», 2019. – 340 с.
6. Семенюта И.С. Методика анализа информационной структуры базы данных автоматизированной системы составления расписаний / И.С. Семенюта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2011. – № 09(73). – URL : <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/06.pdf>
7. Безнос О.С. Системный анализ и синтез информационной модели организации / О.С. Безнос // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2007. – № 3(51). – С. 140–144.

УДК 004.422.83

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АЛГОРИТМА  
ИНТЕРПРЕТАТОРА МАШИНЫ ТЬЮРИНГА**



**THE TURING MACHINE INTERPRETATOR ALGORITHM INVESTIGATION**

**Даутова И.С.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
irinadautova2018@gmail.com

**Нагорская Е.М.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
nagorskaya2427@gmail.ru

**Целина Д.С.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
dima\_tselina2@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье рассматривается исследование алгоритм работы интерпретатора машины Тьюринга, основными этапами в ходе исследования являются:  
– определение машины Тьюринга и описание ее структуры;  
– определение основных свойств машины Тьюринга;  
– реализация работы алгоритма машины Тьюринга на высокоуровневом языке программирования C#. Объектом исследования является реализация интерпретатора машины Тьюринга. Предмет исследования – алгоритм работы интерпретатора машины Тьюринга.

**Ключевые слова:** алгоритм, интерпретатор, машина Тьюринга, лента, головка считывания-записи, регистр состояний, реализация программы.

**Dautova I.S.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
irinadautova2018@gmail.com

**Nagorskaya E.M.**

Student,  
Kuban State Technological University  
nagorskaya2427@gmail.ru

**Tselina D.S.**

Student,  
Kuban State Technological University  
dima\_tselina2@gmail.com

**Abstract.** This article discusses the study of the algorithm of the Turing machine interpreter, the main stages in the course of the study are:  
– Turing machine definition and description of its structure;  
– determination of the main properties of the Turing machine;  
– implementation of the Turing machine algorithm in the high-level C# programming language. The object of research is the implementation of the Turing machine interpreter. The subject of research is the algorithm of the Turing machine interpreter.

**Keywords:** algorithm, interpreter, Turing machine, tape, read-write head, state register, program implementation.

**Е**ще до создания машины Тьюринга было разработано множество машин, которые были предназначены для выполнения различных математических и инженерных задач. Однако функционал этих машин был невелик и ограничивался только теми действиями, которые в них были уже записаны. Данная проблема не давала использовать их с максимальной эффективностью. В отличие от них машина Тьюринга считывала не только символы и числа, но и сам алгоритм, который впоследствии выполняла.

Машина Тьюринга активно применяется в сферах математики и программирования. Ее также используют для более наглядного изучения принципов построения алгоритмов.

Машина Тьюринга – это математическая абстракция, представляющая из себя вычислительную модель, которая пошагово выполняет однотипные команды. Она была предложена Аланом Тьюрингом в 40-х годах для формального определения алгоритма. Другими словами, если решение какой-либо задачи можно реализовать с помощью машины Тьюринга, то такая задача является алгоритмически разрешимой.

Полнота по Тьюрингу – некая характеристика системы в теории вычислимости, которая означает, что с ее помощью можно реализовать любую вычислительную функцию. Другими словами, для каждой вычислимой функции существует вычисляющая ее программа. Если на языке программирования можно реализовать машину Тьюринга, то считается, что на этом языке можно написать любой алгоритм, а сам язык считается Тьюринг полным языком.

Машина Тьюринга – это вычислительная модель с конечным фиксированным множеством состояний, которая предназначена для автоматического выполнения алгоритмов обработки символов конечного фиксированного алфавита. В состав машины Тьюринга входит устройство управления, лента и головка считывания-записи [1, с. 99].

По своей структуре машина Тьюринга состоит из четырех основных частей.

Первой частью машины Тьюринга является условно бесконечная лента, на которой находятся символы некоего алфавита. Данная лента представляет собой данные, которые впоследствии анализирует машина. Начальные данные напрямую влияют на конечный результат работы машины Тьюринга.

Далее идет головка считывания-записи, которая позволяет машине Тьюринга считывать с бесконечной ленты нули, единицы и другие символы. Она также может стирать их оттуда и при необходимости записывать заново. Таким образом, благодаря головке считывания-записи машина Тьюринга может читать ленту, а также изменять её содержимое.

Затем следует регистр состояний, а именно та его часть, которая содержит некую переменную, в зависимости от значений которой машина Тьюринга может пребывать в некотором состоянии. Состояние машины напрямую зависит от того, как и для каких целей она использует головку считывания-записи – для записи или чтения, движения или простоя, или же в других, более сложных комбинациях. Свои состояния машина Тьюринга может менять уже после взаимодействия с бесконечной лентой. У машины также всегда должно присутствовать хотя бы одно единственное состояние, а именно – начальное.

Последней основной частью машины Тьюринга является программа, или другими словами, алгоритм. Алгоритм представляет из себя некую совокупность правил, необходимых для полноценного функционирования машины. Данные правила можно описать следующими словами: если машина находится в таком-то состоянии и считывает с ленты такой-то символ, она делает то-то и переходит в такое-то состояние [2].

Машина Тьюринга обладает следующими свойствами, характерными также для алгоритма:

1. Дискретность – машина Тьюринга может перейти к  $(k+1)$ -му шагу только после выполнения  $k$ -го шага, так как именно  $k$ -й шаг определяет, каким будет  $(k+1)$ -й шаг.

2. Понятность – на каждом шаге в ячейку записывается символ из алфавита, затем автомат делает одно движение, и впоследствии машина Тьюринга переходит в одно из описанных до этого состояний.

3. Детерминированность – в каждой клетке таблицы машины Тьюринга записан лишь один вариант действия; на каждом шаге результат определён однозначно, следовательно, последовательность шагов решения задачи определена однозначно. Другими словами, если машине Тьюринга на вход подается одно и то же входное слово, то на выходе выходное слово каждый раз будет одним и тем же.

4. Результативность – результаты каждого шага, а также всей последовательности шагов определены однозначно. Из этого следует, что правильно написанная машина Тьюринга перейдёт в конечное состояние за конечное число шагов. Другими словами, за конечное число шагов будет достигнуто решение на поставленную задачу.

5. Массовость – каждая машина Тьюринга определена над всеми допустимыми словами из алфавита, в этом и состоит свойство массовости; каждая машина Тьюринга предназначена для решения одного класса задач, то есть, под каждую задачу пишется своя машина Тьюринга [3].

Ниже представлен интерфейс главного окна рабочей программы, реализующей интерпретатор машины Тьюринга (рис. 1):

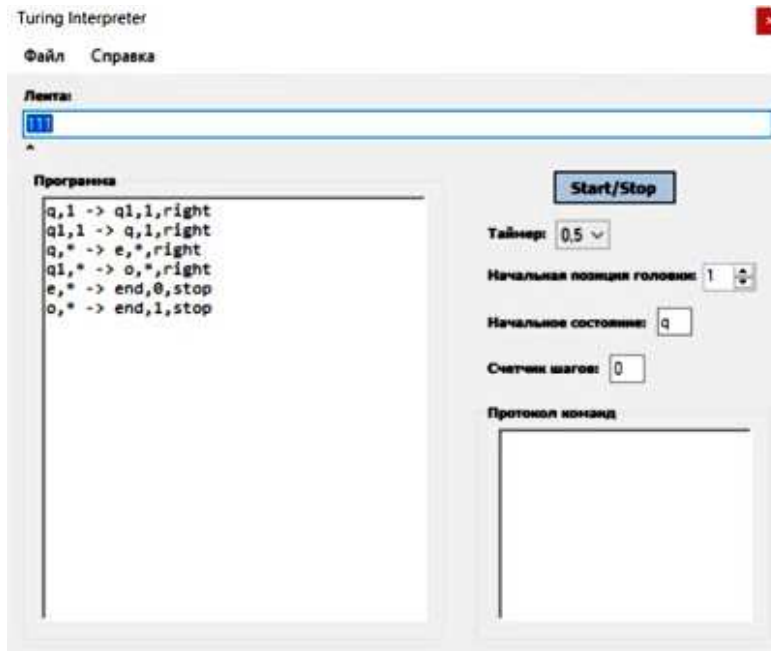


Рисунок 1 – Главное окно программы

Главный экран представляет из себя множество форм для выбора или ввода значений. В ленте записывается какое-либо исходное число, которое в дальнейшем будет преобразовано с помощью введенных правил, а считывающая головка считывает значения с ленты.

В форме для ввода правил «Программа» записываются правила, которые в дальнейшем будут преобразовывать значения на ленте.

Таймер помогает выбрать необходимый интервал шага в секундах. Начальная позиция головки задает с какого по счету числа начнется считывание с ленты, а начальное состояние – первое значение правила. Счетчик шагов считает количество сработанных правил. Во время обработки правил они пошагово записываются в форму с выводом сработавших правил под названием «Протокол команд».

Также имеется окно «Файл», позволяющее сохранить или загрузить уже готовый код правила в формате .txt и окно «Справка», которая содержит краткую информацию о программе. Для проверки работоспособности программы необходимо заполнить формы необходимыми параметрами. Далее требуется нажать на кнопку «Start/Stop». Ниже представлено решение задачи, предоставленное программой (рис. 2):

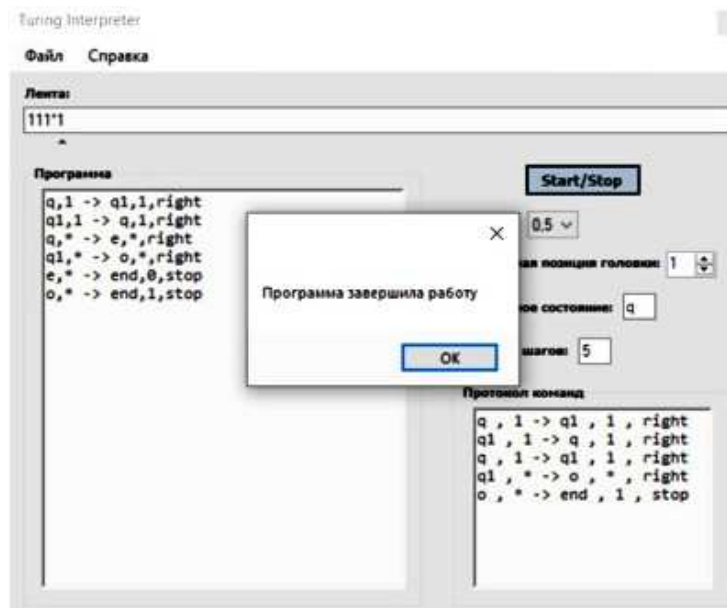


Рисунок 2 – Решение задачи, предоставленное программой

По окончании вычислений выводится сообщение о том, что, программа успешно завершила свою работу. Для дополнительной проверки следует загрузить файл с иными правилами. При нажатии на кнопку «Start/Stop» программа решит новые правила (рис. 3):

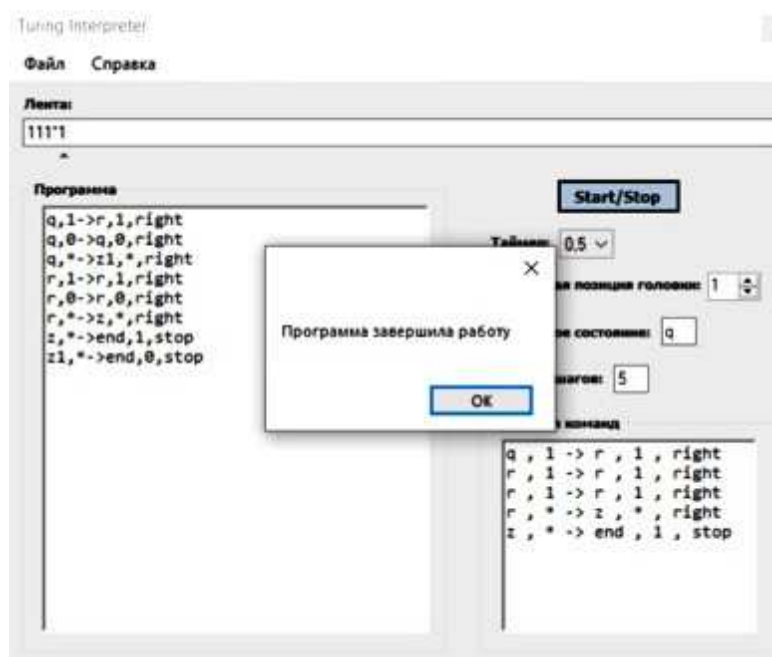


Рисунок 3 – Решение новых правил

Таким образом, программа демонстрирующая работу интерпретатора машины Тьюринга в очередной раз успешно решила поставленную задачу, что доказывает ее работоспособность. Среди основных достоинств машины Тьюринга можно выделить простоту организации памяти и элементарность команд. Благодаря данным качествам она позволяет формально задавать алгоритм, а также достоверно оценивать его сложность.

#### Список литературы:

1. Императивная соционика. – URL : <https://bestsocionics.com/turing-machine/> (дата обращения 12.12.2021)
2. Марков В.Н. Математическая логика и теория алгоритмов : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2018. – 167 с.
3. Семенюта И.С. Методика анализа информационной структуры базы данных автоматизированной системы составления расписаний / И.С. Семенюта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2011. – № 09(73). – URL : <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/06.pdf>
4. Studfiles. – URL : <https://studfile.net/preview/1789593/page:37> (дата обращения 12.12.2021).
5. Безнос О.С. Системный анализ и синтез информационной модели организации / О.С. Безнос // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2007. – № 3(51). – С. 140–144.

УДК 518

**К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ МАШИНЫ ТЬЮРИНГА  
НА ПРИМЕРЕ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ**



**TO THE QUESTION OF THE TURING MACHINE STUDY  
ON THE DATA ENCRYPTION ALGORITHM IMPLEMENTATION EXAMPLE**

**Даутова И.С.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
irinadautova2018@gmail.com

**Лукьянов В.И.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
vadim\_workman@mail.ru

**Семенов М.В.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
Micha052002@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты разработки алгоритма шифрования в рамках справочного приложения для студентов.

Основные этапы исследования:

- реализация приложения-помощника для студента на языке высокого уровня C#;
- реализация входа в приложение по логину и паролю;
- реализация шифрования личных данных пользователя (логина и пароля) при помощи принципа работы машины Тьюринга.

Объектом исследования является модель абстрактного вычислителя – машина Тьюринга.

Предмет исследования – программа-помощник студента, реализованная на языке высокого уровня C#, включающая в себя алгоритм шифрования личных данных пользователя, реализованный на принципе работы устройства машины Тьюринга.

**Ключевые слова:** машина Тьюринга, шифрование данных, язык программирования C#, десктоп приложение.

**Dautova I.S.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
irinadautova2018@gmail.com

**Lukyanov V.I.**

Student,  
Kuban State Technological University  
vadim\_workman@mail.ru

**Semenov M.V.**

Student,  
Kuban State Technological University  
Micha052002@mail.ru

**Abstract.** this article presents the results of the development of an encryption algorithm in the framework of a reference application for students.

The main stages of the study:

- implementation of an assistant application for a student in the high-level language C#;
- implementation of the entrance to the application by login and password;
- implementation of encryption of the user's personal data (login and password) using the principle of operation of the Turing machine.

The object of research is a model of an abstract calculator - a Turing machine.

The subject of the study is a student assistant program implemented in the high-level language C#, which includes an encryption algorithm for the user's personal data, implemented on the principle of the Turing machine device.

**Keywords:** Turing machine, data encryption, C# programming language, desktop application.

**В** 30-е годы XX века английский математик Алан Тьюринг занимался разработкой устройства (абстрактной машины), которое в настоящее время имеет название «Машина Тьюринга». Идея Машины была в том, что она сможет выполнять все, что вообще может выполнять машина. Это оказалось одним из самых важных открытий XX века. Использование одной и той же микросхемы процессора в разных устройствах – например, в телевизоре или стиральной машине – это воплощение одной из идей Тьюринга. И то, что одна и та же программа может использоваться в разных компьютерах и взаимодействовать с разной аппаратурой и выглядеть одинаково – также его идея (в то время называемая хранимой процедурой).

Каждая такая машина состоит из двух составляющих. Неограниченная лента – она является бесконечной в обе стороны и разделена на ячейки. Автомат – управляе-



мая программа, головка-сканер для считывания и записи данных. Она может находиться в каждый момент в одном из множества состояний. На рисунке 1 изображена Машина Тьюринга [2].

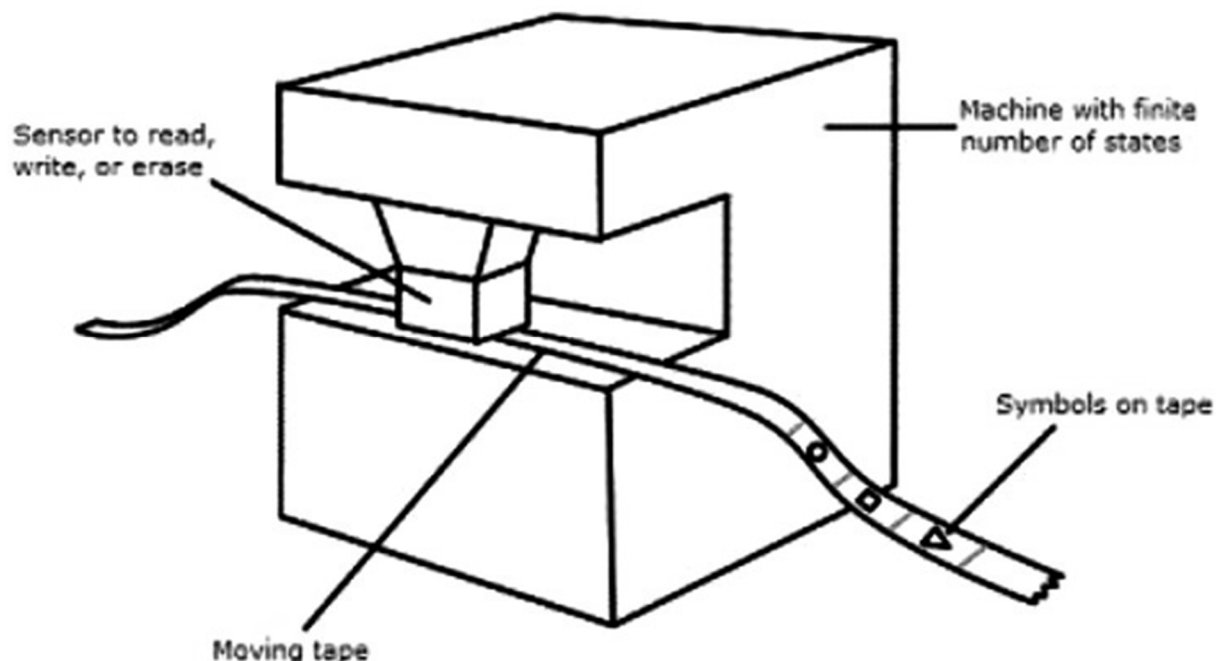


Рисунок 1 – Машина Тьюринга

Каждая машина связывает два конечных ряда данных: алфавит входящих символов  $A = \{a_0, a_1, \dots, a_m\}$  и алфавит состояний  $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_r\}$ . Состояние  $q_0$  называют пассивным. Считается, что устройство заканчивает свою работу, когда попадает именно на него. Состояние  $q_1$  называют начальным - машина начинает свои вычисления, находясь на старте в нем. Входное слово располагается на ленте по одной букве подряд в каждой позиции. С обеих сторон от него располагаются только пустые ячейки [2].

Для разработки приложения был выбран язык программирования C#. Данный язык использует объектно-ориентированный подход к программированию. Это означает, что программисту нужно будет описывать абстрактные конструкции на основе предметной области, а потом реализовывать взаимодействие между ними. Данный подход пользуется большой популярностью, потому что позволяет не держать в голове всю информацию, а работать по принципу черного ящика: ввод данных, обработка полученных данных, возврат результата.

Microsoft Visual Studio – это набор инструментов для создания программного обеспечения: от планирования до разработки пользовательского интерфейса, написания кода, отладки, тестирования, анализа качества кода и производительности, развертывания в средах клиентов и сбора данных телеметрии по использованию. Эти инструменты предназначены для максимально эффективной совместной работы; они все доступны в интегрированной среде разработки (IDE) Visual Studio.

Visual Studio можно использовать для создания различных типов приложений, от простых, для магазина и игр для мобильных клиентов, до больших и сложных систем, обслуживающих предприятия и центры обработки данных.

По умолчанию Visual Studio обеспечивает поддержку C, C# и C++, JavaScript, Visual Basic и F# [1]. Visual Studio достаточно хорошо работает и интегрируется со сторонними приложениями, например, Unity и Apache Cordova, при помощи расширений «Набор средств Visual Studio для Unity» и инструментов Visual Studio для Apache Cordova соответственно.

В данном программном продукте в ходе исследования было разработано пять окон.

В начальном окне программы производится вход в приложение при помощи логина и пароля, после чего реализуется переход в следующее окно при соответствии введенных данных пользователем (рис. 2).

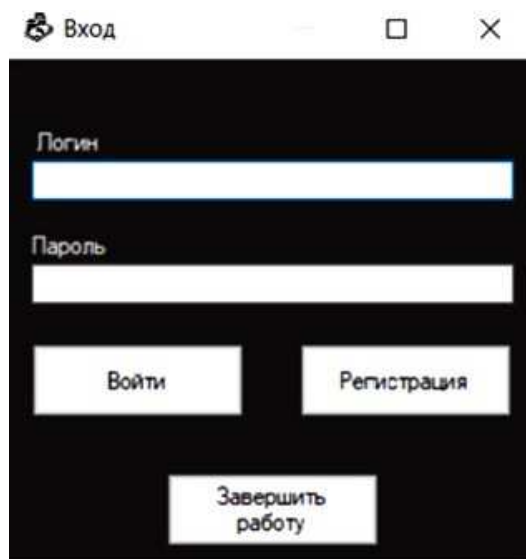


Рисунок 2 – Окно авторизации

Следующим окном является окно «Главное меню», в котором пользователь может перейти в нужный ему раздел приложения (рис. 3).

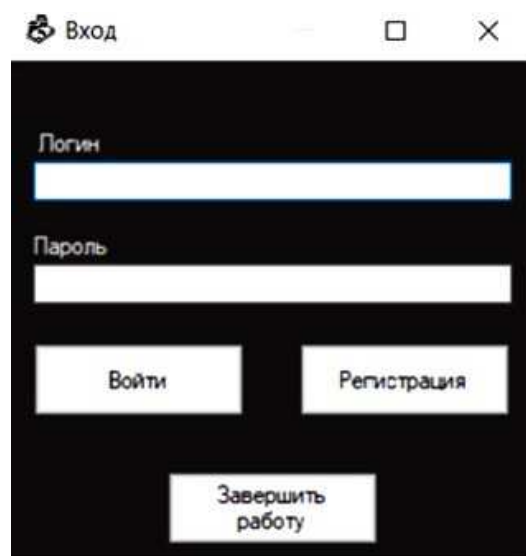


Рисунок 3 – Окно главного меню

В окне списка группы перед пользователем появляется окно, в котором находятся данные о всех студентах группы, их электронные адреса и контактные телефоны.

В окне «Расписание занятий» хранится информация о всех парах, расписании звонков, преподавателях и номерах аудиторий, в которых они проходят.

В окне информации о преподавательском составе хранится информация о преподавателях, а именно: ФИО, электронные адреса и контактные телефоны.

В окне личных данных хранится информация о номере зачетной книжки пользователя, о его возможных академических задолженностях, а также о балансе на его счету в приложении.

В окне регистрации пользователь может зарегистрировать новый аккаунт. Для этого необходимо ввести новые данные (логин, пароль), после проверки их на соответствие стандарту, данные передаются разработчику для их внедрения в базу данных (рис. 4).

Рисунок 4 – Окно регистрации

При реализации приложения были созданы 4 класса хранения данных:

1. Authorization – хранит в себе зашифрованные логины и пароли пользователя, реализует их проверку для входа в приложение.

2. Teachers – хранит в себе данные о преподавательском составе, а именно: ФИО, почтовый адрес, контактный телефон. Содержит метод вывода данной информации на экран.

3. Personal\_Data – хранит в себе персональные данные пользователя: номер зачетной книжки, наличие академических задолженностей, ФИО пользователя.

4. Turing – интерпретирует работу машины Тьюринга. Алгоритм используется для шифрования данных пользователя (логин и пароль). На вход поступают логин и пароль в виде, которые вводит пользователь. Далее эти данные шифруются при помощи ключа и сравниваются с данными, которые заложены в программе разработчиками. Каждый символ строки – это ячейка ленты, а сама лента – исходная строка. Каждая ячейка ленты обрабатывается, то есть значение ячейки заменяется на то, которое указано в ключе. После чего лента переходит в новое состояние, сдвигается вправо на одну ячейку. После обработки последней ячейки возвращается полученный результат шифрования. Происходит сравнение с данными, заложенными в программе. Если происходит соответствие, пользователь попадает в окно «Главное меню». Ключом служит массив «CharactersDiscript».

В результате работы было проведено исследование работы алгоритма устройства машины Тьюринга на примере реализованного класса «Turing» разработанной программы на языке высокого уровня C#. В качестве среды разработки была выбрана Microsoft Visual Studio.

#### Список литературы:

1. Албахари Д. C# 6.0. Справочник. Полное описание языка. – 6-е изд. / Д. Албахари, Б. Албахари; Пер. с англ. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2016. – 1040 с.
2. Описание машины Тьюринга. – URL : [https://www.syl.ru/article/178287/new\\_mashina-tyuringa-opisanie-i-primeryi-mashin-tyuringa](https://www.syl.ru/article/178287/new_mashina-tyuringa-opisanie-i-primeryi-mashin-tyuringa) (дата обращения 5.01.2022).
3. Семенюта И.С. Методика анализа информационной структуры базы данных автоматизированной системы составления расписаний / И.С. Семенюта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар : КубГАУ, 2011. – № 09(73). – URL : <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/06.pdf>
4. Безнос О.С. Системный анализ и синтез информационной модели организации / О.С. Безнос // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2007. – № 3(51). – С. 140–144.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ  
В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ  
НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТ**



**IMPROVEMENT OF TEACHING METHODS IN THE SUBJECT AREA  
OF ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTRONICS  
ON THE BASIS OF INTELLIGENCE MAPS**

**Бухонский М.И.**

кандидат технических наук,  
профессор,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Дейкун Г.И.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Дейкун Д.Г.**

кандидат педагогических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** Обосновано повышение эффективности преподавания дисциплины Электротехника и электроника на основе технологии интеллект-карт. Предложено структурировать презентационный материал в виде электронных интеллект (ментальных) – карт для интенсификации учебного процесса. Рассматривается эффективность их применения, как средства визуализации мышления при формировании системы знаний по учебной дисциплине, определенным образом структурированной и представленной в виде понятий и семантических отношений между ними.

**Ключевые слова:** электроника и схемотехника, система знаний предметной области, электронные интеллект (ментальные) – карты, интенсификация учебного процесса, структуризация информации и визуализация мышления.

**Bukhonsky M.I.**

Ph.D. in Technical Sciences,  
Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Deykun G.I.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Deykun D.G.**

Ph.D. in Pedagogical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The paper substantiates the increase in the efficiency of teaching the discipline of Electrical Engineering and Electronics on the basis of intellectual maps technology. It is proposed to structure the presentation material in the form of electronic intellect (mental) – maps to intensify the learning process. The effectiveness of their use as a means of visualization of thinking in the formation of a system of knowledge on an academic discipline, structured in a certain way and presented in the form of concepts and semantic relationships between them, is considered.

**Keywords:** electronics and circuitry, knowledge system of the subject area, electronic intelligence (mental) – maps, intensification of the learning process, structuring information and visualization of thinking.

**Цель статьи** – представление методического подхода к выявлению дидактического и предметно-обучающего потенциала для повышения качества обучения курсантов по дисциплинам Электротехника и электроника на основе технологии электронных интеллект-карт. Рассматриваемая предметная область включает основы теории электрорадиоцепей.

Традиционному конспектированию присущи недостатки:

1. Теряются ключевые слова. Важные идеи получают выражения посредством ключевых слов – обычно существительных или глаголов, которые предоставляют нашему мышлению необходимые ассоциации, когда мы что-то читаем или слушаем. В традиционных конспектах ключевые слова нередко встречаются на разных страницах и теряются в массе менее важных слов. В итоге затрудняется формирование необходимых ассоциаций, связывающих ключевые понятия, концепты.

2. Сложность запоминания неструктурированной информации. Традиционные одноцветные конспекты часто построены в виде однообразных перечней пунктов. Однообразие приводит к тому, что мозг теряет остроту восприятия и запоминания.

3. Затраты времени при традиционном конспектировании связаны с потерями времени на:

- запись ненужной информации;
- прочтение ненужной информации;
- повторное прочтение ненужной информации;
- поиск ключевых слов.

4. Не обеспечивается стимулирование творческих сил мозга. Линейное представление информации не обеспечивает свободу формирования ассоциаций и эффективное запоминание.

*Проблема.* Изучение дисциплин «Электротехника и электроника», на основе традиционных презентационных материалов непродуктивно. Информация в таком виде не систематизируется, (не становится частью сознания, не используется) и поэтому быстро забывается.

*Гипотеза.* Применение методического приема структурирования теоретического материала дисциплин «Электротехника и электроника» в интеллект-картах оптимизирует процесс усвоения и понимания сущности связей, понятий и обозначающих их терминов в сознании курсантов.

*Цель исследования.* Провести исследование эффективности методического приема структурирования теоретического материала с помощью интеллект-карт на лекциях по дисциплинам «Электротехника и электроника».

Методика ментальных карт (mind mapping) известна более 40 лет и продолжает интенсивно развиваться [1–6]. Интеллект-карта является графическим выражением процесса радиантного мышления и открывает широкие возможности для эффективного применения интеллекта курсанта. В концепции радиантного мышления согласно исследованиям П.К. Анохина мышление представляет собой мощный ассоциативный механизм, а мозг – сверхмощный биокомпьютер, в котором мысли подобно лучам, расходятся от практически бесконечного числа информационных узлов. То есть мозг функционирует в соответствии с принципами радиантного (интегрированного) мышления. Интеллект-карта всегда строится вокруг центрального объекта. Каждое слово и графическое изображение становится по определению центром очередной ассоциации, а весь процесс построения карты представляет собой паутину ответвляющихся ассоциаций, исходящих из общего центра или сходящихся к нему.

Интеллект-карты (ментальные) имеют существенные отличия от других аналогичных методов структуризации информации. Идея интеллект-карт заключается в использовании радиантного мышления. Например, в отличие от концептуальных карт они фокусируют внимание только на одном центральном понятии и отражают преимущественно радиальные и иерархические взаимосвязи.

В основу исследования положены принципы научности и системности знаний; наглядности, активности курсантов и сочетания разных средств и методов обучения в зависимости от конкретных педагогических ситуаций. Применялись также словесные (как источники передачи и восприятия изучаемого материала), репродуктивные, дедуктивные и наглядные методы дидактики. Основной методический прием – структурирование теоретического материала в интеллект-карты.

От центральной, основной идеи отходят ветви, на которых размещается связанная с основным понятием разнообразная информация [3, 4]. Ментальные карты используют формализованные обозначения: надписи, визуальные иконки для упрощения запоминания и формирования ассоциативных связей. При этом улучшаются рецепторные способности обучаемого по двум причинам:

- радиальный принцип построения карты, при котором ключевой образ находится в центре, и от него расходятся второстепенные ветви, что упрощает прием информации мозгом [1];
- визуализация в целом улучшает восприятие, т.к. информация с изображениями запоминается в 6 раз лучше [5].

Для проверки гипотезы исследования выбраны темы «Переходные процессы в электрических цепях» и «Нелинейные электрические цепи. Содержание тем структурируется 24 терминами и понятиями, представленными на 34 слайдах, выборка которых представлена на рисунке 1.

1. Понятия о переходных процессах в электрических цепях.

Подключение или отключение источников энергии, переключение элементов L,C изменяют энергетический режим работы ЭЦ. В силу закона непрерывности энергии электрические и магнитные поля изменяются мгновенно не могут возникнуть переходные процессы (ПХПР), при которых **U** и **I** изменяются аperiodически (не гармонически).

ЭЦ могут находиться в двух режимах работы: установившемся (стационарном) и переходном (динамическом). Физическая причина ПХПР в ЭЦ - **накопленная энергия** электрического и магнитного полей в L,C

$$W_{ЭМ} = W_C + W_M = \frac{Li^2}{2} + \frac{Cu^2}{2}$$

По 2-му Кирхгофа

$$u_R(t) + u_L(t) = E$$

В качестве независимой переменной выберем ток  $i(t) = i_L(t)$

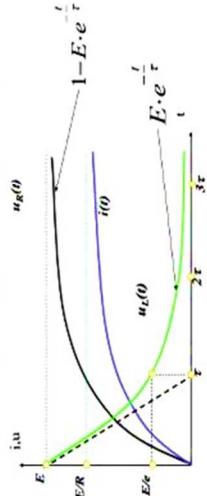
$$\text{Свободная составляющая} \rightarrow L \frac{di_{св}}{dt} + Ri_{св} = 0 \Rightarrow i_{св} = A \cdot e^{-t/\tau}$$

Частное решение при  $t \rightarrow \infty$   $i_{\text{уст}} = E/R$  и  $i_{\text{уст}} \rightarrow E/R$

$$\text{Общее решение неоднородного ЛДУ} \quad i(t) = i_{св}(t) + i_{\text{уст}}(t) = A \cdot e^{-t/\tau} + \frac{E}{R}$$

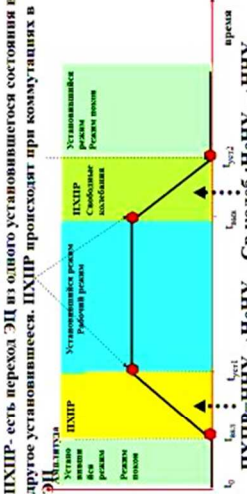
Т.к. были ННУ:  $i(0) = 0 \rightarrow A = -\frac{E}{R}$

$$i(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-t/\tau}) \quad u_L(t) = L \frac{di}{dt} = L \frac{E}{R\tau} e^{-t/\tau} = E \cdot e^{-t/\tau} \quad u_R(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$$



Вывод: При ННУ в момент времени  $t=0$ , индуктивность ведет себя как бесконечно большое сопротивление (разрыв цепи), а при  $t \rightarrow \infty$  как бесконечно малое сопротивление (КЗ цепи).

Свободные колебания возникают за счет запасенной электромагнитной энергии (ЭМЭ) в отсутствии внешних воздействий. По окончании свободных колебаний в ЭЦ наступает установившийся процесс.



2. Составляем общее решение НелДУ в виде суммы общего решения ОЛДУ и частного решения НелДУ.

$$y(t) = y_{св}(t) + y_{уст}(t)$$

$y_{св}(t)$  – свободная составляющая искомого функции, т.е. общее решение однородного ЛДУ, полученное при  $f(t) = 0$  (содержит постоянные интегрирования).

$y_{уст}(t)$  – устанавливающаяся составляющая, т.е. частное решение, представляющее собой вынужденный режим, задаваемый в цепи внешним источником.

3. В общем решении для  $y_{св}(t)$  находим постоянные интегрирования из начальных условий, т.е. условий ЭЦ в начальный момент  $t=0+$ , после коммутации на основании **законов коммутации**.

$$\tau = \frac{L}{R} [c]$$

Чем больше постоянная времени  $\tau$ , тем медленнее запускает ПХПР и наоборот.

Постоянная времени – мера продолжительности ПХПР, позволяет сравнивать различные ЭЦ по времени установившегося режима.

На практике считают ПХПР законченным при  $t = 3\tau$ , при этом напряжение или ток достигают 95% от своего установившегося значения. Графически  $\tau$  может быть определена как интервал времени на оси  $t$  от 0 до точки, в которой напряжение на  $u_L$   $\nabla$  в  $e$  ( $e = 2,7$ ) раз.

Вывод: В цепях постоянного тока при нулевых начальных условиях в момент времени  $t = 0$ , индуктивность аналог – разрыва ЭЦ, а при  $t = \infty$  короткого замыкания ЭЦ.

Законы коммутации:

1. Ток в индуктивности в момент коммутации не меняется.
2. Напряжение на емкости в момент коммутации не меняется

Следствия:  
1. Напряжения на индуктивности  $u_L$  и ток в емкости  $i_C$  могут изменяться скачком.

$$u_L(t) = L \frac{di}{dt} \quad \text{Производные могут изменяться скачком} \quad i_C(t) = C \frac{du}{dt}$$

2. Значения токов  $i_L(0+)$  индуктивности и напряжения  $u_C(0+)$  на емкости определяют начальные условия ЭЦ, в которой происходит коммутация.

1.2. Методы расчета ПХПР

- Классический метод решения НЛДУ (ОЛДУ)
- Операторный метод решения алгебраических операторных уравнений ЭЦ
- Частотный метод анализа ЭЦ

Классический метод нагляден и удобен для анализа и расчета ЭЦ операторный – упрощает расчет сложных ЭЦ

Классическим методом

- 1. Составить ЛДУ  $n - \text{го}$  порядка относительно независимой переменной (ток  $i_L$  или напряжение  $u_C$ ), описывающей состояние ЭЦ после коммутации.

$$a_n \frac{d^n y}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y = f(t)$$

где  $a_n$  – постоянные коэффициенты,  $f(t)$  – внешнее воздействие (ЭДС, ток),  $n$  – порядок ЛДУ (равен числу различных реактивных элементов ЭЦ).

Переходные процессы в цепи постоянного тока с одним реактивным элементом

Подключение источника постоянной ЭДС к RL-цепи  
До коммутации ключ разомкнут, поэтому  $i_L(0-) = 0$  и ЭЦ находится при ННУ. В момент  $t=0$  замыкаем ключ.  
Коммутация происходит в момент времени  $t=0 \rightarrow$  это начало ПХПР.

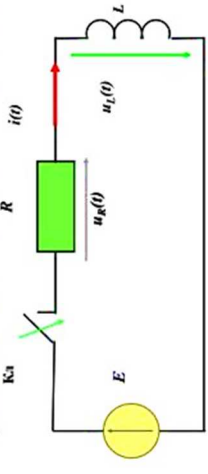


Рисунок 1 – Выборка слайдов по теме «Переходные процессы в электрических цепях»

Система обучения курсантов на основе метода интеллект-карт выявила преимущества перед линейным конспектированием:

- экономия времени при работе с конспектами в виде интеллект-карт более 90 % [6];
- экономия времени на поиск ключевых слов более 90 %;
- высокая концентрация внимания на ключевых вопросах;
- слова более заметны и воспринимаются с большей легкостью;
- слова сведены в единое поле зрения, способствуя высокой степени усвоения материала;
- слова связаны между собой ясными ассоциациями;
- курсант легче воспринимает и запоминает разноцветную многомерную интеллект-карту;
- курсант постоянно пребывает в состоянии открытия нового знания, что способствует непрерывному и длительному процессу мышления;
- метод интеллект-карт отвечает естественному стремлению мозга к законченному и целостному восприятию и познанию нового;
- в результате постоянного использования всех кортикальных способностей своего мозга человек становится интеллектуально более активным и восприимчивым к новой информации.

Отметим недостатки: поскольку в картах используются картинки, включается ассоциативное мышление, т.е. восприятие динамичных процессов, которые изменяются и трансформируются со временем. При этом, одна и та же информация способна вызывать разные ассоциации в будущем, особенно при обработке больших или сложных данных. При построении карты, может получиться структура с множеством связей, ветвей и ключевых слов. Эффективность такой интеллект-карты существенно снизится.

Создание ментальных карт является распространенным методом структурирования данных и широко применяющимся при работе над сложными проектами в образовательной сфере. Анализ публикаций по применению и разработке ментальных карт [1–6] показал обширный интерес к их применению для повышения эффективности обучения по иностранным языкам, информатике, математике и физике. При этом выявил отсутствие применения интеллект-карт по предметной области электротехники, электроники и схемотехники.

При использовании интеллект-карт на учебном занятии целесообразно руководствоваться следующими методическими рекомендациями:

- охват посредством интеллект-карты всего учебного материала, относящегося к теме (рис. 2, 3);
- структурно-смысловое единство учебного материала;
- последовательное развёртывание основной интеллект-карты;
- оптимизация размеров и количества изображённых на карте элементов и связей в соответствии с возможностью их восприятия и усвоения курсантами;
- детализация ветвей основной ментальной карты посредством дополнительных изображений;
- подведение на групповых занятиях итогов на основе ментальной карты с детализацией учебного задания.

Хорошие результаты могут дать использование малых карт – домашних разработок, которые можно наполнять информацией вместе с курсантами в ходе дискуссии на групповых занятиях.

Представленные интеллект-карты разработаны в среде разработки ментальных карт SimpleMind Pro, одного из популярных инструментов, предназначенных для создания интеллект-карт. Программа включает в себя удобный редактор тем и связей, позволяет использовать уже готовые шаблоны для создания карт, предлагает большой выбор стилей шрифтов и тем цветового оформления. Также в программе имеется обширная библиотека с иконками, помогающими визуализировать темы, относящиеся к одной категории или имеющие схожий смысл. Редактор создан таким образом, чтобы преподаватель мог легко создавать ментальные карты в режиме реального времени, например, в процессе дискуссии.

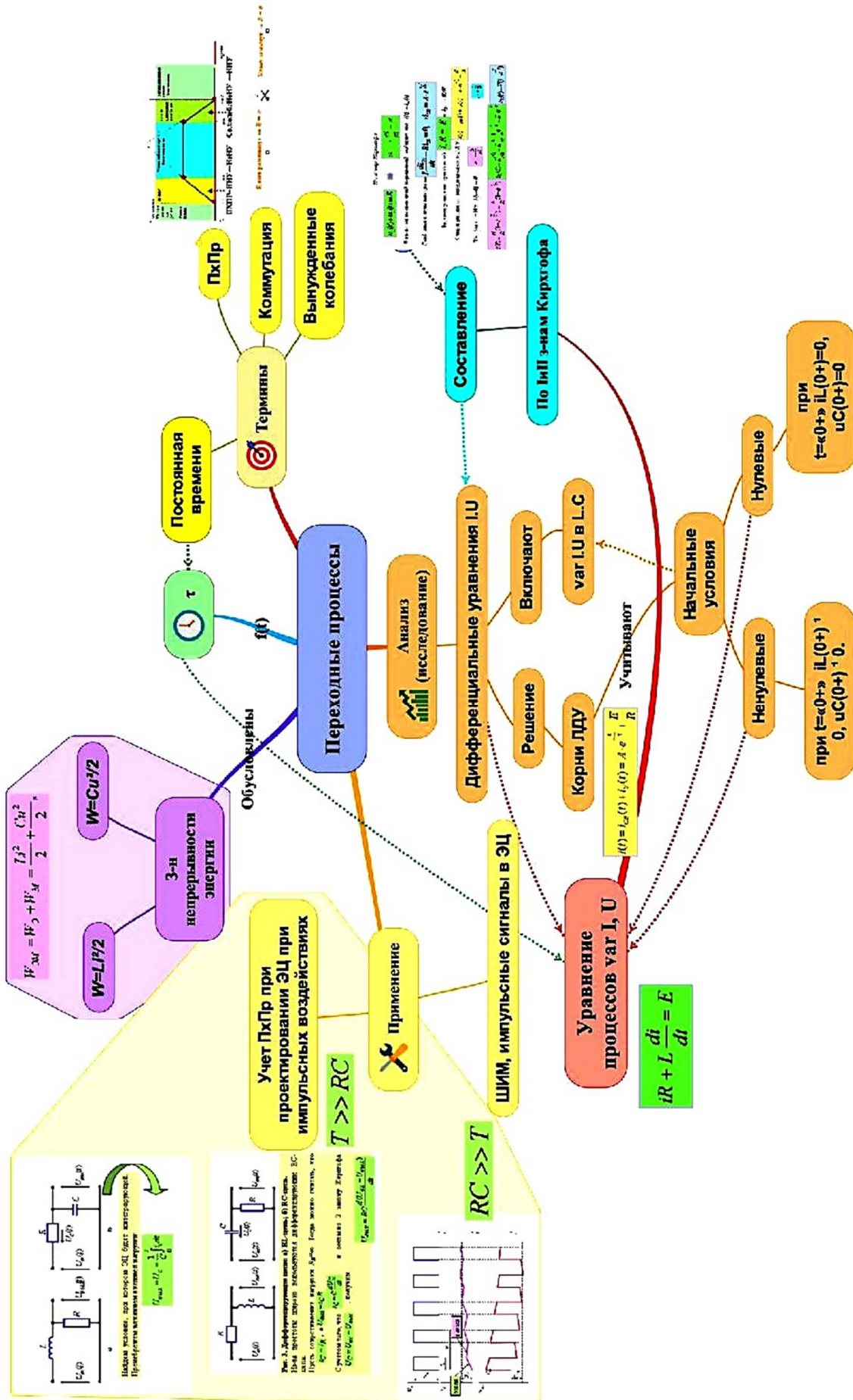


Рисунок 2 – Пример интеллект-карты по теме «Переходные процессы в электрических цепях»



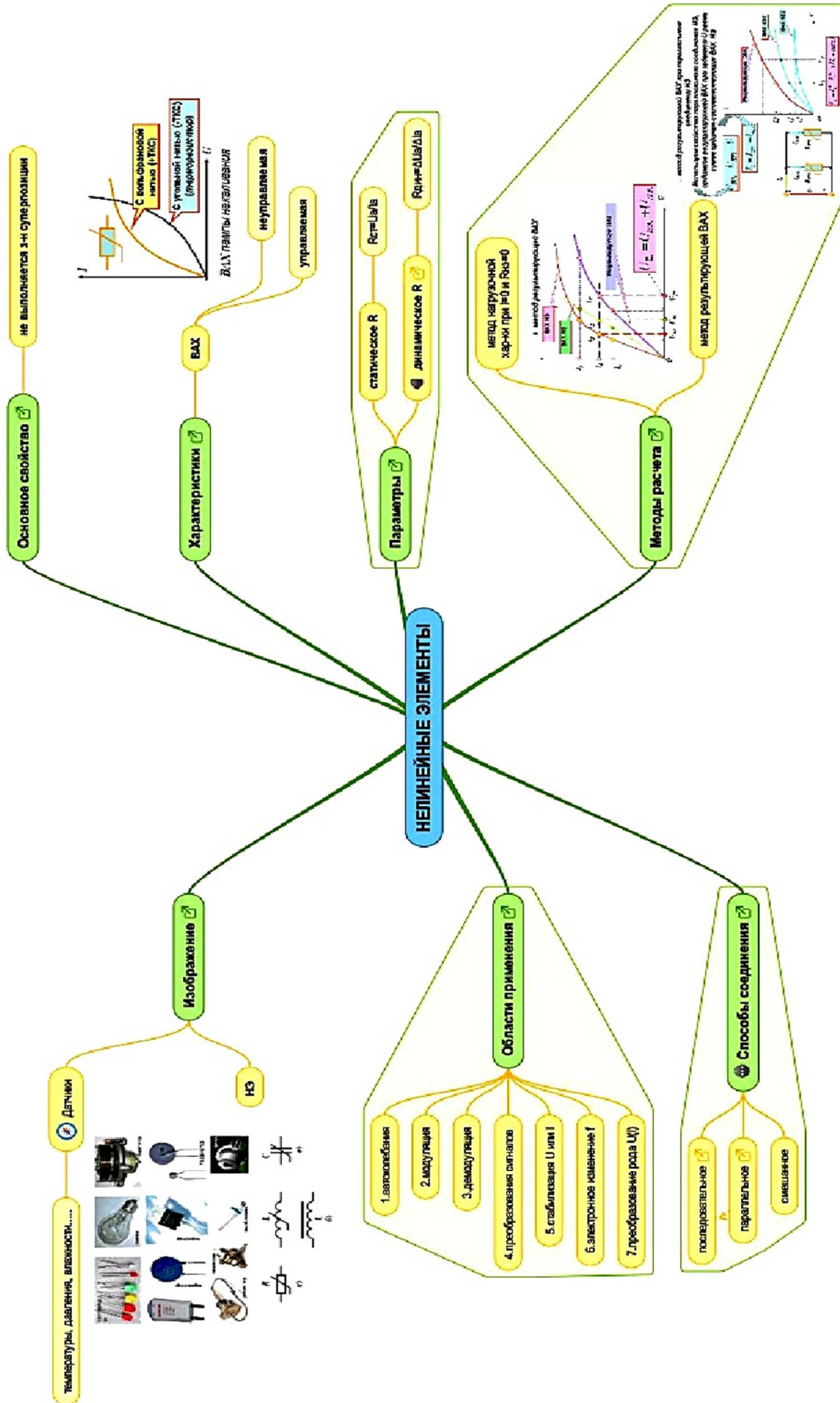


Рисунок 3 – Пример интеллект-карты по теме «Нелинейные электрические цепи»

Разработанные карты представляют собой многоуровневые диаграммы с отдельными подтемами и связями. Сравнение рисунков 1 и 2, 3 показывает:

1. Структурирование информации существенно уменьшает количество презентационного материала, а следовательно дает полезный резерв времени преподавателю.

2. Информация воспринимается системно, курсант целостно воспринимает цели и задачи учебного занятия.

3. Информация воспринимается лучше текстовой, так как схема визуализирована, проще и нагляднее;

4. Минимизируется время на понимание общего смысла темы, задачи за счет наглядности связей между объектами, блоками, разделами.

Карту можно сохранить на любом носителе информации в форматах PNG, HTML и PDF, поэтому легко интегрировать в презентационный материал.

Таким образом, лектор при разработке интеллект-карт оптимизирует презентацию за счет переосмысливания учебного материала.

*Вывод:* гипотеза о достижении оптимизации процесса усвоения и понимания сущности учебного материала на основе применения методического приема структурирования теоретического материала в интеллект-картах подтверждена.

#### **Список литературы:**

1. Хорст М. Составление ментальных карт: метод генерации и структурирования идей. – Омега-Л., 2007.
2. Горлова Ю.И. Применение ментальных карт в дистанционном обучении студентов вуза / Ю.И. Горлова, О.А. Алтунина // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2021. – № 1(90). – С. 127–130.
3. Ижденева И.В. Развитие ассоциативного мышления студентов при изучении математических и информатических дисциплин / И.В. Ижденева // Вестник Красноярского государственного педагогического университета имени В.П. Астафьева. – 2015. – № 1(31). – С. 153–157.
4. Пушкарева Т.П. Применение карт знаний для систематизации математической информации / Т.П. Пушкарева // Мир науки, культуры, образования. – 2011. – № 2. – С. 139–144.
5. Зонова С.А. Методические аспекты использования ментальных карт в учебном процессе / С.А. Зонова, М.А. Лукачёва // E-Scio. – 2020. – № 11(50). – С. 767–776.
6. Кравченко Г.В. Создание и использование ментальных карт как средства когнитивной визуализации при обучении студентов вуза / Г.В. Кравченко, Е.А. Петухова // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2018. – № 3(47). – С. 130–137.
7. Бухонский М.И. Методика формирования научно-исследовательского тезауруса по оптимальному управлению СЗИ у адъюнктов КВВУ специальностей 20.02.25 и 20.02.12 / М.И. Бухонский, Р.И. Захарченко, С.В. Усатиков // Материалы IV межвузовской научно-методической конференции «Военное образование – вчера, сегодня, завтра. Актуальные проблемы и пути их решения». – Краснодар : КВВУ, 2021. – 470 с.

УДК 004.93.14

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ  
ПРОГРАММНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ЗАДАЧАХ ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ  
ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ**



**ANALYSIS OF THE APPLICATION OF EXISTING SOFTWARE COMPONENTS  
IN THE PROBLEMS OF DATA PREPARATION  
FOR URBAN IMAGE SEGMENTATION**

**Дьяченко Р.А.**

доктор технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
gda-kuban@mail.ru

**Косолапов П.А.**

аспирант,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
pawel.kosolapoff@gmail.com

**Гура Д.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет,  
Кубанский Государственный  
Аграрный Университет  
gda-kuban@mail.ru

**Северюхин Н.К.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
nslifer2004@mail.ru

**Стариков Б.М.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
bogdan.starikov.02@mail.ru

**Аннотация.** В работе произведен анализ существующих программных решений сегментации изображений с целью установления возможности выбора готовых решений, наиболее подходящих для использования разметки исходных данных, представленных в виде фотографий, сделанных с БПЛА. Исследование состоит из двух логических частей. В первой приведены существующие решения, позволяющие производить сегментацию, дается их краткое описание. Вторая часть представляет из себя сводку всей полученной информации и краткий вывод о существующих программных продуктах.

**Ключевые слова:** сегментация изображений, программное обеспечение, городская застройка, машинное обучение, распознавание образов, ЦУР.

**Dyachenko R.A.**

Doctor of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
gda-kuban@mail.ru

**Kosolapov P.A.**

PhD Student,  
Kuban State Technological University  
pawel.kosolapoff@gmail.com

**Gura D.A.**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University,  
Kuban State Agrarian University  
gda-kuban@mail.ru

**Severyukhin N.K.**

Student,  
Kuban State Technological University  
nslifer2004@mail.ru

**Starikov B.M.**

Student,  
Kuban State Technological University  
bogdan.starikov.02@mail.ru

**Abstract.** The paper analyzes the existing software solutions for image segmentation in order to establish the possibility of choosing ready-made solutions that are most suitable for using the markup of the initial data presented in the form of photographs taken from the UAV. The study consists of two logical parts. The first section lists existing solutions that allow segmentation, and gives a brief description of them. The second part is a summary of all the information received and a brief conclusion about the existing software products.

**Keywords:** image segmentation, software, urban development, machine learning, pattern recognition, SDGs.

## **В**ведение

Исследование земной поверхности средствами беспилотных летальных аппаратов является одним из наиболее распространенных способов при решении множества задач в области геодезии, картографии, градостроительства, изучения рельефа местности, наблюдений за территорией и многих других.

Основным материалом, с которым приходится взаимодействовать после полетов БПЛА, является либо растровое изображение местности, либо облака точек [8, 9]. Каждый из них применяется для решения своих задач и каждый имеет как преимущества, так и недостатки. Также часто облака точек и растровое изображение создаются одновременно и комбинируются для решения поставленных задач. Однако, их природа различна, следовательно и обрабатывать их необходимо по-разному.

Ввиду большого объема исходных данных, появляется необходимость в автоматизации процесса обработки. Однако, чтобы создавать такие инструменты, например, с применением искусственного интеллекта, его необходимо обучить. Следовательно, появляется необходимость в нахождении инструмента для автоматизации подготовки данных для обучения, что и является целью данной работы.

Существует множество готовых решений для разметки изображений. В том числе, разработанных в нашей стране, например, работы [5] и [6] представляют такой функционал, но использовать их в коммерческих целях не представляется возможным без разрешения правообладателя. В работах [2] и [4] описаны схожие приложения, позволяющие размечать обучающие выборки, но информации о создании такого программного обеспечения и доступности его для решения задач также нет. Процесс разметки может быть автоматизирован, что описано в работе [1], а именно, в ней представлены использующиеся методы анализа и разметки изображений, чтобы после этого передать их в качестве входной информации нейронной сети.

Следовательно, если приведенные источники, как и множество других программных решений невозможно использовать в качестве инструмента обработки исходных данных, необходимо выбрать из доступных.

Так как, вопрос подготовки изображений не ограничивается только решением задач, связанных с городской застройкой, то и существующие продукты с большой долей вероятности будут построены с целью унификации данного процесса для всей отрасли компьютерного зрения.

### **Решения с открытым исходным кодом**

#### 1. *ImgLab*

Веб-инструмент, который поддерживает множество типов разметки разной формы. Поддерживается и локальная установка. Позволяет экспортировать в *dlib*, *PASCAL VOC*, *COCO*.

#### 2. *Visual object tagging tool*

Особенностью данного приложения является возможность разметки видеофайлов и экспорт данных из облачных хранилищ, а также имеется возможность проверки и тестирования встроенной модели.

#### 3. *Labelme*

Онлайн-инструмент, поддерживает основные виды аннотации, но существенным ограничением является лишь один экспортируемый формат – *JSON*.

#### 4. *Computer vision annotation tool*

Веб-платформа с открытым исходным кодом, доступная для всех. Разметка возможна в виде прямоугольных рамок, многоугольник, полилиний и ключевых точек. Способы автоматизации процесса отсутствуют. Присутствует возможность развертывания приложения на локальном сервере посредством *docker*-контейнера.

#### 5. *Labelimg*

Написан на *python*, можно экспортировать информацию в *xml*-файл, построенный по формату *PASCAL VOC*. Серьезным недостатком является возможность разметки только прямоугольных областей.

### **Коммерческие решения**

#### 1. *DataLoop*

Данный ресурс охватывает полный цикл обучения работы с искусственным интеллектом, предусмотрено улучшение модели, основанное на ее взаимодействии с че-

ловеком. Улучшен функционал разметки видеозаписей по сравнению с другими решениями, позволяющий дублировать аннотации между кадрами видео или сериями фотографий. Пробная версия доступна бесплатно.

2. *Supervise.ly*

Среди других решений выделяется поддержкой облаков точек, что делает его более привлекательным относительно других кандидатов. В остальном, функционал схож с другими платными инструментами.

3. *Superannotate*

Функционал схож с предыдущим решением, однако, данная программа позволяет размечать информацию на видеозаписях. На бесплатного пользователя накладывается ограничение в 100 изображений, снятия которого необходимо воспользоваться платной версией. Для научных исследований программа доступна бесплатно.

4. *Hasty.ai*

Позволяет вручную размечать изображения, а также имеет инструменты, которые позволят автоматизировать процесс. Также имеется возможность обучить встроенный инструментарий на автоматическую разметку. Созданные контуры можно корректировать, для более точной разметки.

Данное ПО является коммерческим, поэтому функционал конечного пользователя зависит от выбранного тарифного плана. Бесплатный тарифный план также существует с некоторыми ограничениями.

В качестве выходной информации поддерживаются JSON и PNG маски.

5. *Labelbox*

Онлайн-приложение, позволяющее работать с исходными данными на всем процессе предобучения. Поддерживает пользовательские расширения на языке python, и имеет интегрированный ИИ, облегчающий процесс разметки. Бесплатный тариф позволяет обработать до 5000 изображений, чего хватит для создания одного-двух полноценных датасетов.

6. *Scale AI*

Данный веб-ресурс позволяет размечать данные не только с изображений, но и видео, тексты и трехмерных датчиков. Имеется функционал, позволяющий автоматизировать процесс разметки, основанный на использовании искусственного интеллекта. Минусом является огромная сумма, за которую доступно приложение.

**Наиболее подходящие решения**

Среди рассмотренных кандидатов можно выделить следующие решения:

1. *Visual object tagging tool*. Имеется поддержка облачных хранилищ, что крайне удобно, так как информация с БПЛА занимает очень много постоянной памяти и это может стать проблемой при обработке. Кроме этого, результаты также можно сохранять в облачные хранилища, что упрощает процесс командной разработки.

2. *Computer vision annotation tool* наоборот, позволяет создать полный цикл разработки на локальном сервере, что может быть полезно в условиях автономной работы. Первые два варианта имеют диаметрально противоположные преимущества и каждый из них следует рассматривать в условиях конкретной задачи.

3. *Labelbox* пробная версия позволяет аннотировать в автоматическом режиме большое количество исходных данных, что облегчит выполнение подготовки данных для дальнейшего обучения.

4. *Superannotate*, наверное, самый интересное решение из предложенных, поскольку у коммерческих программ существует преимущество в доступном функционале по сравнению с открытыми решениями. Данное приложение можно использовать без ограничений в научных целях, что делает его достаточно привлекательным.

**Вывод**

В данной работе были описаны доступные массовому пользователю средства разметки исходных изображений, на основе которых можно обучать нейронные сети для решения прикладных задач. Примерами таких задач могут выступать работы [3] и [7], в которых авторы поднимают вопросы моделирования объектов недвижимости и мониторинга инфраструктуры [8, 9, 10]. В качестве наиболее подходящих решений были выбраны программы *Visual object tagging tool*, *Computer vision annotation tool*,

*Labelbox* и *Superannotate*. Выбор инструмента также сильно зависит от текущего проекта, и сказать наверняка, какое решение будет устраивать в заданных условиях на данный момент крайне затруднительно.

#### **Благодарности**

Исследование проводилось с использованием оборудования Научно-исследовательского центра пищевых и химических технологий КубГТУ (СКР\_3111), разработка которого поддерживается Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-15-2021-679).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-00849 «Разработка интеллектуальной информационной системы поддержки принятия решений для решения сложных задач территориального планирования с применением сильного искусственного интеллекта».

#### **Список литературы:**

1. Беляева М.Б. Методы анализа и разметки изображений для обучения нейронных сетей / М.Б. Беляева // Математическое моделирование процессов и систем (Уфа, 07–09 декабря 2017 года). Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет». – 2017. – Ч. I. – С. 141–146.
2. Гаврилов Д.А. Программное обеспечение разметки крупноформатных аэрокосмических изображений и подготовки обучающих выборок / Д.А. Гаврилов, Н.Н. Щелкунов // Научное приборостроение. – 2020. – Т. 30. – № 2. – С. 67–75.
3. Гура Д.А. Система геодезического мониторинга объектов инфраструктуры / Д.А. Гура, Н.М. Кирюникова, Э.Д. Лесовая // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды: (Тюмень, 08–09 октября 2020 года). – Тюмень : Тюменский индустриальный университет (Тюмень), 2021. – Т. II. – С. 114–116.
4. Гусев В.В. Инструмент ручной разметки спутниковых изображений для дообучения нейросетевых алгоритмов / В.В. Гусев, А.Г. Мясоедов, А.И. Топоров // Материалы 17-й всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса» (Москва, 11–15 ноября 2019 года). – М. : Институт космических исследований Российской академии наук (Москва), 2019. – С. 28.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2018618108 Россия. Программа разметки объектов на изображениях для решения задачи сегментации / Д.А. Юдин; Заявитель и правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». – RU 2018660781; дата регистр. 31.07.2018 (дата публ. 28.08.2018).
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2022616174 Россия. Программа разметки изображений и подготовки обучающих выборок для программно-аппаратного комплекса оперативного мониторинга окружающей обстановки / Д.А. Гаврилов, А.А. Фортунатов, Е.А. Татарина; Заявитель и правообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт». – RU 2022617270 (дата регистр. 11.04.2022; дата публ. 19.04.2022).
7. Программное обеспечение для моделирования объектов недвижимости на основе данных трехмерного лазерного сканирования / Д.И. Чичиков [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 4. – С. 205–209.
8. Гуляев Н.А. Перспективы применения процедурной генерации при объемной визуализации / Н.А. Гуляев, Р.А. Дьяченко, И.В. Бельченко // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 16. – С. 392–397.
9. Анализ программного обеспечения для обработки результатов лазерного сканирования / Р.А. Дьяченко [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 485–493.
10. Сравнительный анализ форматов файлов, применяемых для работы с облаками точек лазерного сканирования / Р.А. Дьяченко [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 493–501.

УДК 303.732.4

**К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА**



**ON THE ISSUE OF THE APPLICATION  
OF DECISION SUPPORT SYSTEMS IN VARIOUS SPHERES OF SOCIETY**

**Гура Д.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский Государственный  
Технологический Университет,  
Кубанский Государственный  
Аграрный Университет  
gda-kuban@mail.ru

**Дьяченко Р.А.**

доктор технических наук,  
доцент,  
Кубанский Государственный  
Технологический Университет  
djachenko.roman@kubstu.ru

**Беркова Е.Д.**

Кубанский Государственный  
Технологический Университет  
liza.berkova3@gmail.com

**Панютищева А.А.**

Кубанский Государственный  
Технологический Университет  
21pan.a@mail.ru

**Косолапов П.А.**

Кубанский Государственный  
Технологический Университет  
pawel.kosolapoff@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье рассматривается работа системы поддержки принятия решений (СППР) в различных сферах жизни общества. Данная система предназначена для того, чтобы оказать работникам и руководителям помощь в решении задач разного уровня, как слабоструктурированных, так и многокритериальных. СППР использует данные и модели в своей работе, что позволяет более точно принять решение в той или иной проблеме. Система работает согласно определённой структуре. С помощью СППР решаются задачи в сфере территориального планирования, основной задачей которого является создание наиболее благоприятных условий для развития территории с учетом потребностей населения. Также, с помощью данной системы решаются проблемы организации транспортной структуры, которая является неотъемлемой частью в «организме» как населенных пунктов, так и всей территории страны в целом, а также оказывает существенное влияние на ее экономическое состояние. Помимо этого, транспортная инфраструктура может воздействовать на производственную и социальную сферу, в зависимости от того, как меняются показатели эффективности организации транспорта.

**Gura D.A.**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University,  
Kuban State Agrarian University  
gda-kuban@mail.ru

**Dyachenko R.A.**

Doctor of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
djachenko.roman@kubstu.ru

**Berkova E.D.**

Kuban State Technological University  
liza.berkova3@gmail.com

**Panyutischeva A.A.**

Kuban State Technological University  
21pan.a@mail.ru

**Kosolapov P.A.**

Kuban State Technological University  
pawel.kosolapoff@gmail.com

**Abstract.** This article examines the work of the decision support system (DSS) in various spheres of society. This system is designed to assist employees and managers in solving tasks of different levels, both poorly structured and multi-criteria. The DSS uses data and models in its work, which makes it possible to more accurately make a decision in a particular problem. The system works according to a certain structure. With the help of the DSS, tasks in the field of territorial planning are solved, the main task of which is to create the most favorable conditions for the development of the territory, taking into account the needs of the population. Also, with the help of this system, the problems of organizing the transport structure are solved, which is an integral part in the «organism» of both settlements and the entire territory of the country as a whole, and also has a significant impact on its economic condition. In addition, the transport infrastructure can affect the production and social sphere, depending on how the indicators of the efficiency of the organization of transport change.

**Ключевые слова:** СППР, территориальное планирование, динамичность, экономическая эффективность, транспортная сфера, ЦУР.

**Keywords:** DSS, territorial planning, efficiency indicator, dynamism, economic efficiency, transport sphere, SDGs.

**В** современной управленческой деятельности необходимо ежедневно решать задачи, которые ставятся перед человеком. Лицам, перед которыми стоит данная задача, в ее осуществлении помогает система поддержки принятия решения (СППР). Это автоматизированная система на компьютере, предназначенная для помощи в выборе решения по той или иной проблеме. Нужно отметить, что данная система не должна делать выбор за лицо, принимающее решение (ЛПР), а лишь оказывать помощь в этом вопросе. В настоящее время СППР максимально приспособлены к решению некоторых неструктурированных и слабоструктурированных задач, а также многокритериальных.

В СППР выделяется ряд особенностей. Например, в своей работе помимо данных система использует модели. Также программа помогает менеджерам и руководителям. С ее помощью работники решают слабоструктурированные и неструктурированные задачи. Стоит отметить, что СППР не заменяет полностью работу людей, а только поддерживает их решения. Основной целью работы этой системы, соответственно, является улучшение эффективности принятия решений [6].

Проектирование информационных систем поддержки принятия решений осуществляется в следующей последовательности (рис. 1):



Рисунок 1 – Схема проектирования информационных систем поддержки принятия решений

Применение СППР в задачах территориального планирования является актуальной проблемой, которая требует особого внимания. Территориальное планирование, согласно его формулировке в статье 1 Градостроительного Кодекса РФ, это организация развития территории с учетом потребностей населения, а также комплекс работ по созданию функциональных зон пользования. Территориальное планирование определяется как комплекс мероприятий, направленных на определение целевого назначения территорий в документах территориального планирования исходя из совокупности социальных, экономических, экологических и иных факторов в целях обеспечения устойчивого развития территорий, а также инженерных и транспортных систем (Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 14.07.2022)).

Анализ территорий предполагает разработку социально-оптимальной траектории развития, согласно которой использование природных и других ресурсов сводится к минимуму, а эффективность результатов достигается максимально быстро и при этом



не оказывает негативное влияние на качество жизни людей. При разработке стратегии развития территории важно учитывать, как полученные решения будут сказываться на используемых ресурсах. При создании проекта происходит разделение последствий на допустимые и недопустимые. Это разделение осуществляется с учетом перспектив развития текущего состояния общества и ориентирования его на наилучший результат. На выбор того или иного варианта по вопросам территориального планирования оказывает влияния документация, которую учитывают в процессе принятия решений [7].

В сфере государственного управления при создании систем поддержки принятия решений важно уметь оценивать не только вопросы территориального планирования и организации общественной жизни людей, но и эффективность новых проектов развития транспорта, с возможностью прогноза и оценки рисков.

Транспорт является одним из важнейших секторов хозяйства, который выполняет функцию своеобразной «кровеносной системы в сложном организме» страны. Он не только обеспечивает транспортные потребности хозяйства и населения, но и вместе с городами образует так называемый «каркас» территории, является крупнейшей составляющей инфраструктуры, служит материально-технической базой формирования и развития городов, а также осуществляет территориальное разделение труда и оказывает существенное влияние на динамичность и эффективность социально-экономического развития отдельных регионов и страны в целом.

В основе морских, а также внутренних водных транспортных систем, которые в свою очередь содержат в себе совокупность линейных, экспедиционных и рейсовых форм организации судоходства, заложены масштабные транспортные связи, их сложная структура и разнообразие. Ведущей формой судоходства является линейное судоходство. В связи с этими особенностями, возникает необходимость управления столь сложной системой водного транспорта. Основные задачи, решаемые в данном процессе, требуют тщательного подхода и перепроверке методов их выполнения. Помимо этого, учитываются достижения в науке, а также в сфере информационных технологий, известных на сегодняшний день.

Неотъемлемой задачей в организации морского транспортного движения является моделирование маршрутов, включающее в себя:

- эвристические методы и использование методов принятия решений отдельно друг от друга, что позволяет решить задачу независимо от посторонних проблем;
- решение задач по более актуальному на сегодняшний день методу векторной оптимизации (ранее использовались классические методы однокритериальной оптимизации);
- отслеживание траектории, а также управления транспортными средствами с использованием современных компьютерных и коммуникационных средств, которые позволяют решать задачи, связанные с его планированием.

Единый подход к оценке эффективности и определению реализации проектов используется при разработке и координации программ развития наземного транспорта на территории федеральных, региональных, межрегиональных и местных территориях. Для эффективного и более точного выбора решения по той или иной проблеме, связанной с организацией транспортной системы и моделированием наземных маршрутов, необходимо не ошибиться в выборе критерия оптимизации, который будет способен решить задачу и обосновать выбор такого решения. Показатели, отвечающие за количество используемого транспорта, которые позволяют проводить оценку проектов, вне зависимости от вида транспорта и вида хозяйственной деятельности, их точность и независимость определяют оценку транспортной системы в целом, а также ее общие требования [7, 8].

На практике подготовка и реализация СППР имеет огромное значение. Это связано с тем, что система осуществляет управление развитием транспортного комплекса региона и выполняет оценку перспективных проектов в этой сфере. Поэтому при выборе наиболее перспективных направлений развития транспортных проектов имеет большое значение оценка эффективности затрат и проблем, возникающих при реализации решений.

Общая оценка проектов, связанных с улучшениями в сфере транспорта, включает сравнение ряда однородных показателей, которые оказывают влияние на сферы государственного управления и хозяйственной деятельности. Основным риском при решении задач в сфере транспорта является угроза экономической безопасности территории, которая влияет на промышленную, социальную и экологическую сферы. Воздействие на экономическую безопасность может проявляться либо по отношению к экономическому комплексу региона (макроэкономические показатели), либо по отношению к самому проекту.

В случае воздействия на экономический комплекс последствия заключаются в изменении количества налоговых поступлений в региональные и местные бюджеты, сокращении числа безработных граждан путем найма на предприятия, которые связаны с транспортной инфраструктурой и занимающихся перевозкой продуктов производства. Эти показатели не только позволяют оценить экономическую безопасность региона, но и установить качественные характеристики, которые используются при разработке СППР. Зачастую главными показателями экономической эффективности являются дисконтированная чистая прибыль или комплексный эффект, сроки восстановления и другие показатели [1].

Органы государственной власти в специфике своей работы используют проверенные методики оценки проектов по созданию и эксплуатации систем поддержки принятия решений. Так как разработка новых уникальных проектов по каждому региону не только создает проблемы при взаимодействии субъектов Российской Федерации, органов государственного управления, транспортных и других заинтересованных организаций, но и в будущем может негативно сказаться на безопасности территории при создании единой СППР, которая учитывает интересы федерального, регионального и местного значения.

Исходя из принципов построения единой СППР возникает необходимость согласования несоответствий в различных регионах Российской Федерации. В следствии этого, федеральные органы исполнительной власти ставят в приоритет разработку и утверждение единых методов организации системы. Процедуры оценки проектов обычно используют определения необходимости и целесообразности проектов [9].

При разработке проектов, связанных с СППР, придерживаются единым методам, которые приведены в следующих нормативно-правовых актах: в постановлении Правительства Российской Федерации от 12.08.2008 № 590 «О порядке проведения проверки инвестиционных проектов на предмет эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения» и в приказах Минэкономразвития России от 13.10.2008 № 326 «О порядке ведения реестра инвестиционных проектов, получивших положительное заключение об эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения» и от 02.04.2014 № 199 «Об утверждении формы паспорта инвестиционного проекта, применяемого для проведения проверки инвестиционных проектов на предмет эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения и внесении изменений в отдельные акты Минэкономразвития России». Эти документы позволяют создать совершенную систему оценки проектов, позволяющую структурировать нормативно-правовую информацию. Благодаря этому возможно расширять базы данных и сравнивать определенные проекты.

Применение методики использования СППР дает возможность более эффективно и правильно оценивать проекты, что в свою очередь позволяет в короткие сроки подготовить всю необходимую информацию для работы экспертных групп, в ходе которых каждый эксперт составляет свое мнение о проекте для принятия окончательного решения. При этом должен быть составлен перечень последствий результатов проектов, в том числе производственных, социальных и экологических, которые входят в сферу компетенции субъектов Российской Федерации

Производственная эффективность заключается в изменении технического состояния и характеристик работы транспортных организаций, сетей и средств передвижения. Транспортная доступность оказывает большое влияние на сроки выполнения многих видов работ, в том числе связанных с изысканиями. Это напрямую зависит от

мобильности и организации передвижения к пунктам триангуляции, а также от их доступности и выбора оптимального маршрута передвижения. Явно выражены эти проблемы при ведении работ в горных районах [5].

Социальная эффективность измеряется при изменении уровня мобильности населения, безопасности нахождения в транспорте и дорожного передвижения, времени на передвижения населения в общественные пространства. Еще одним значимым показателем является воздействие автотранспорта на окружающую среду. Влияние выбросов транспорта на окружающую среду характеризуется уровнем загрязнения атмосферы.

Методы оценки эффективности СППР постоянно меняются, с каждым годом становятся более совершенными, что в свою очередь оказывает влияние на создание проектов, связанных с совершенствованием транспортной системы. Благодаря этому, в регионе или на территории муниципальных образований, организация транспортного потока осуществляется более слажено, а сама система управления транспортом работает более организованно.

Таким образом, организация и управление транспортной системой является важнейшей задачей в развитии многих сфер общества, однако ее выполнение требует использование современных технологий, таких как СППР. При разработке и создании проектов необходимо учитывать показатели оценки эффективности экономических, социальных и производственных проблем, которые могут возникнуть в процессе реализации данных проектов. Главной задачей системы поддержки принятия решений в сфере транспорта является не только создание проектов, связанных с улучшениями в системе управления данной сферы, но и прогнозирование и оценка последствий реализации проектов.

#### **Благодарности.**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-00849 «Разработка интеллектуальной информационной системы поддержки принятия решений для решения сложных задач территориального планирования с применением сильного искусственного интеллекта».

#### **Список литературы:**

1. Алимжанов Э.И. Кооперационные связи между финансово-промышленными группами в российской федерации. Российская таможенная академия / Э.И. Алимжанов // Аллея науки. 2021. – С. 74–76.
2. Бельченко И.В. Информационная система поддержки принятия решений при выборе оптимальной реструктуризации данных / И.В. Бельченко, Р.А. Дьяченко // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018661102, 31.08.2018. Заявка № 2018614525 от 26.04.2018.
3. Разработка архитектуры модульной экспертной системы / С.Н. Борисов [и др.] // Перспективы науки. – 2021. – № 1(136). – С. 8–11.
4. Долматова Л.Г. Основные направления территориального планирования как фактора социально-экономического развития регионов / Л.Г. Долматова, Д.И. Судакова // Материалы всероссийской научно-практической конференции шумаковские чтения. – Новочеркасск, 2018. – С. 10–14.
5. К вопросу о принятии решений о выборе оптимального маршрута при размещении оборудования для статических измерений / Р.А. Дьяченко [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2022. – № 3. – С. 63–72.
6. Методика оценки эффективности функционирования системы (сети) связи специального назначения по показателю устойчивости / А.В. Милашевский [и др.] // Известия тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – С. 221–227.
7. Савосина М.И. Оценка эффективности устойчивого развития транспорта / М.И. Савосина // Мир транспорта. – М., 2020. – С. 50–66.
8. Сорокин А.А. Формирование требований к информационной системе поддержки принятия решений в сфере управления городским пассажирским транспортом / А.А. Сорокин, А.Ю. Орлова // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2018. – С. 190–195.

9. Поддержка принятия решений в задачах городской логистики на основе данных о транспортной загруженности дорог / Н.П. Садовникова [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2018. – С. 94–102.
10. Сергеев А.В. О совершенствовании моделирования транспортных маршрутов / А.В. Сергеев, Н.А. Сергеева // Современные наукоемкие технологии. Мурманский филиал ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций». – Мурманск, 2010. – С. 95–96.

УДК 303.732.4

**УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА  
НА ПРИМЕРЕ LEICA SCANSTATION C10**



**THE DEVICE AND THE PRINCIPLE OF OPERATION OF A GROUND-BASED  
LASER SCANNER ON THE EXAMPLE OF THE LEICA SCANSTATION C10**

**Гура Д.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский Государственный  
Технологический Университет,  
Кубанский Государственный  
Аграрный Университет  
gda-kuban@mail.ru

**Дьяченко Р.А.**

доктор технических наук,  
доцент,  
Кубанский Государственный  
Технологический Университет  
djachenko.roman@kubstu.ru

**Андрющенко А.В.**

лаборант кафедры,  
Кубанский государственный  
технологический университет,  
antonandr72@gmail.com

**Белоконь И.А.**

лаборант кафедры,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
ilyabelokonlucky@mail.ru

**Степаненко В.Е.**

аспирант кафедры,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
slavik09@inbox.ru

**Аннотация.** Лазерное сканирование является методом съемки различных объектов, который существует с двадцатого века, однако, из-за высокой стоимости, широкое распространение в РФ получил совсем недавно. Данная технология была внедрена во многие производственно-хозяйственные отрасли. В основе лазерного сканирования лежит дискретное сканирование плоскости Земли и объектов, находящихся на ней. Данный способ сканирования выделяет такие преимущества, как стоимость, скорость работы, точность и уникальные возможности, которые заключаются в том, что сканер позволяет снимать кабели и небольшие подвесные конструкции. В статье был изучен принцип работы данной технологии на примере сканера Leica ScanStation C10. Устройство прибора позволяет измерять расстояния от сканера до объекта, регистрировать направление и формировать трехмерное изображение. Наземный лазерный сканер имеет функцию автоматического вычисления координат точек по заданным в программном обеспечении формулам. Также были изучены

**Gura D.A.**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University,  
Kuban State Agrarian University  
gda-kuban@mail.ru

**Dyachenko R.A.**

Doctor of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
djachenko.roman@kubstu.ru

**Andryushchenko A.V.**

Laboratory Assistant of the Department,  
Kuban State Technological University  
antonandr72@gmail.com

**Belokon I.A.**

Laboratory Assistant of the Department,  
Kuban State Technological University  
ilyabelokonlucky@mail.ru

**Stepanenko V.E.**

Postgraduate Student of the Department,  
Kuban State Technological University  
slavik09@inbox.ru

**Abstract.** Laser scanning is a method of shooting various objects that has existed since the twentieth century, however, due to the high cost, it has become widespread in the Russian Federation quite recently. This technology has been implemented in many industrial and economic sectors. Laser scanning is based on discrete scanning of the Earth's plane and objects located on it. This scanning method highlights advantages such as cost, speed, accuracy and unique features, which consist in the fact that the scanner allows you to remove cables and small suspended structures. In the article, the principle of operation of this technology was studied using the example of the Leica ScanStation C10 scanner. The device device allows you to measure the distance from the scanner to the object, register the direction and form a three-dimensional image. The ground-based laser scanner has the function of automatically calculating the coordinates of points according to the formulas

характеристики рассматриваемого прибора и сделаны выводы о возможностях практического применения. Так мы можем сказать, что данная технология может применяться для топографических съемок, анализа уклона, создание цифровых моделей, создание поперечных и продольных профилей дорог и т.д.

**Ключевые слова:** трехмерное лазерное сканирование, облако точек, методы сканирования, наземные сканирующие станции, Leica ScanStation C10.

specified in the software. The characteristics of the device in question were also studied and conclusions were drawn about the possibilities of practical application. So, we can say that this technology can be used for topographic surveys, slope analysis, creation of digital models, creation of transverse and longitudinal profiles of roads, etc.

**Keywords:** three-dimensional laser scanning, point cloud, scanning methods, ground scanning stations, Leica ScanStation C10.

Лазерное сканирование как метод съемки существует давно, но ранее данный метод не применялся в Российской Федерации в больших масштабах из-за его дороговизны [1]. Однако в последнее время лазерное сканирование находит все более широкое применение во многих сферах деятельности. Примером может стать проведение работ в таких сферах, как кадастр недвижимости, геодезия, геология, различные виды мониторинга и т.д.

Лазерное сканирование – это вид активной съемки. Лазерные сканеры, работающие в импульсном режиме, фиксируют направление лазерного луча совместно с временем его отражения от объекта. Поэтому, можно установить конкретное положение объекта в пространстве. Положение самого лазерного сканера в пространстве определяется с помощью высокоточного спутникового оборудования. Лазерные сканеры позволяют определять абсолютные координаты любой точки лазерного отражения в пространстве благодаря данным об углах поворота и относительном смещении между элементами.

Преимущества лазерного сканирования состоят в следующих факторах:

- фактор стоимости – стоимость съемки и моделирования объекта составляет примерно одну треть от стоимости с использованием традиционной технологии;
- фактор скорости работы – общая скорость сбора и обработки данных, полученных с помощью технологии лазерного сканирования, в несколько раз выше, чем при использовании традиционных технологий;
- фактор точности – точность лазерного сканирования намного выше, чем точность традиционных технологий;
- фактор уникальных возможностей – лазерное сканирование позволяет сканировать кабели и небольшие подвесные конструкции в 3D, что абсолютно недоступно при классических методах съемки;

При выборе метода лазерного сканирования учитываются различные факторы. Так, например, если необходимо отсканировать непротяженные объекты с высокой точностью, подойдут наземные лазерные сканеры [8]. В других случаях, когда требуется сканирование протяженных линейных объектов, рекомендуется использовать мобильный лазерный сканер.

Принцип работы наземного лазерного сканирования был изучен на приборе Leica ScanStation C10 (рис. 1).

Лазерные сканеры с высокой скоростью производят следующие действия:

- осуществляют измерение расстояния от сканера до объекта съемки;
- осуществляют регистрацию вертикальных и горизонтальных углов;
- формируют 3D-изображение в виде облака точек (рис. 2).

Во время съемки записываются три координаты (X, Y, Z) и показатель силы отраженного сигнала для каждой точки. Данный показатель зависит от свойств поверхности, на которую попадает лазерный луч. Цвета, которыми заполняется облако точек, зависят от силы сигнала. В последствии облако точек выглядит как цифровая 3D-модель. Большое количество современных лазерных сканеров оснащены камерами, способными записывать видео и фото, поэтому каждая точка в облаке может в дальнейшем окраситься в реальный цвет [2].



Рисунок 1 – Leica ScanStation C10

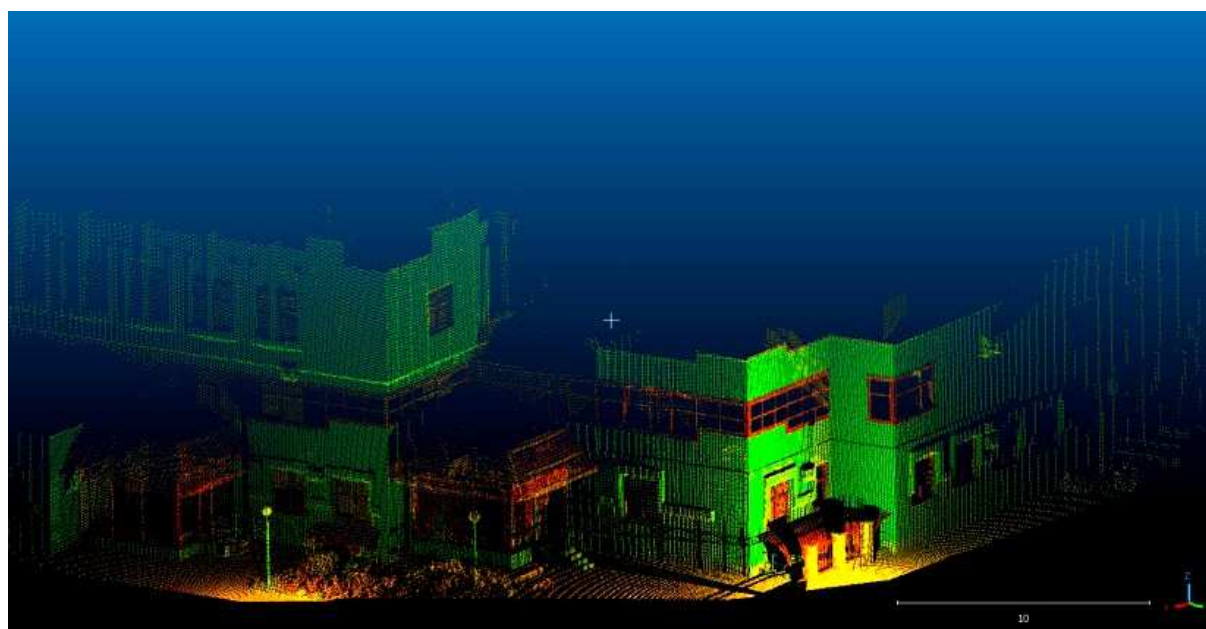


Рисунок 2 – Облако точек, сформированное по результатам наземного лазерного сканирования

Конструктивно прибор состоит из следующих элементов [3].

1. Лазерный дальномер;
2. Приемо-передающий тракт дальномера;
3. Призма (сканирующее зеркало);
4. Сканирующая головка сканера.

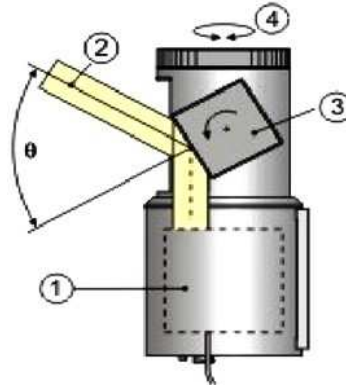


Рисунок 3 – Конструктивные элементы наземного лазерного сканера

Лазерный дальномер работает на основе трех безотражательных методах измерения расстояния: импульсного, фазового и триангуляционного.

Импульсным сканером рассчитывается расстояние отразившегося от объекта лазерного луча по времени. Данным методом возможно проводить сканирование в пределах трех километров. Основываясь на скорости распространения электромагнитной волны, возможно задать расстояние, используя нижеприведенную формулу:

$$R = \frac{v \cdot \tau}{2},$$

где  $\tau$  – период времени, требуемый импульсу для прохождения расстояния от приемника к объекту.

Принципом работы фазовых сканеров является сдвиг фазы лазерного излучения. При использовании фазового метода дальность измерения, в сравнении с импульсным методом, уменьшается и находится в диапазоне от 0,2 до 100 метров [6]. Расстояние вычисляется по формуле:

$$R = \frac{\varphi_{2R} \cdot C}{4\pi \cdot f},$$

где  $\varphi_{2R}$  является разностью фаз между опорным и рабочим сигналом, а  $f$  – частота модуляции.

В высокоточных сканерах используется метод триангуляции. Особенностью данного метода сканирования является известное расстояние между излучателем и приемником сигнала. Используя данные сканирующие системы, определение положения точки объекта в пространстве сводится к решению задачи с треугольником у которого известны длина одной из сторон и значения прилежащих к ней углов [4].

Однако, одним из минусов данного метода сканирования является короткое расстояние, поскольку дальность действия таких сканирующих систем находится в диапазоне от десятков сантиметров до двадцати пяти метров.

Разверстка в наземном лазерном сканере осуществляется за счет сервопривода и полигонального зеркала или призмы [9]. Сервопривод выполняет функцию отклонения луча в горизонтальной плоскости, а также вращает верхнюю часть сканера, которая называется «головка». В вертикальной плоскости разверстка выполняется при помощи вращения или раскачивания зеркала [3, 5, 6].

Рассмотренный прибор Leica ScanStation C10 имеет следующие характеристики:

- максимальная дальность – 300 метров;
- минимальная дальность – 0,1 метров;
- поле зрения – 360°/270°;
- класс лазера – 3R (IEC 60825-1);
- точность моделирования поверхности/шум – 2 миллиметра, 1 сигма;
- точность определения центра марки – 2 миллиметра, 1 сигма.



Результатом лазерного сканирования является облако точек отражения высокой плотности от любого объекта в радиусе съемки [10]. В сочетании с камерой высокого разрешения это создает наиболее точные модели рельефа местности, подробные топографические карты и планы [7].

В результате изучения работы систем наземного лазерного сканирования было установлено, что данный тип сканеров подходит для решения таких задач, как:

- топографическая съемка линейных объектов;
- создание цифровых моделей рельефа, дорожного покрытия;
- анализ уклона дороги;
- создание поперечных, продольных профилей дорог;
- создание дорожного паспорта;
- оценка визуализируемой зоны;
- создание актов дорожных знаков, заборов, рекламных щитов и т.д.
- использование в условиях закрытого доступа к объекту;
- создание подробных 3D моделей объектов изнутри и снаружи;
- многоцелевое использование результатов лазерного анализа;
- получение информации о сложных структурных объектах;
- работа в любое время суток.

#### **Благодарности.**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-00849 «Разработка интеллектуальной информационной системы поддержки принятия решений для решения сложных задач территориального планирования с применением сильного искусственного интеллекта».

#### **Список литературы:**

1. Analysis of algorithms for terrestrial recognition of woody vegetation using 3d-laser scanning technology / R. Dyachenko [et al.] // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 International Symposium «Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021». IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012166.
2. Гура Д.А. Цифровой интеллектуальный мониторинг линейных инфраструктурных объектов на основе трехмерных данных / Д.А. Гура, Ю.В. Дубенко, А.П. Павлюкова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2020. – № 2. – С. 103–114.
3. Середович В.А. Наземное лазерное сканирование / В.А. Середович, А.В. Комиссаров. – Новосибирск : СГГА. – 2009. – 261 с.
4. Шамарина А.А. Подбор оптимальной модели наземного лазерного сканера для анализа городской среды / А.А. Шамарина // Архитектура и современные информационные технологии. – 2015. – № 2(31). – С. 20–34.
5. Гуляев Н.А. Перспективы применения процедурной генерации при объемной визуализации / Н.А. Гуляев, Р.А. Дьяченко, И.В. Бельченко // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 16. – С. 392–397.
6. Дьяченко Р.А. О возможности использования API геоинформационных систем / Р.А. Дьяченко, С.Н. Борисов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ им. Героя Советского Союза А.К. Серова. – 2018. – С. 299–302.
7. Комиссаров А.В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий. – Новосибирск : СГГА, 2015. – 103 с.
8. Анализ принципов работы наземных лазерных сканеров / Р.А. Дьяченко [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 479–485.
9. Принцип действия воздушных лазерных сканеров / Р.А. Дьяченко [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 467–474.

**САМОЛЕТЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ.  
ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**



**VERTICAL TAKEOFF AND LANDING AIRCRAFT.  
HISTORY OF CREATION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT**

**Коханый А.Ф.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Чеснов Ю.Н.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Нкурикин Д.М.**

Республика Руанда,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье авторы проводят исследование и рассматривают исторические этапы создания и развития отечественных самолетов вертикального взлета и посадки (СВВП), от появления идеи до её практического применения. Объектом исследования является советские самолеты вертикального взлета и посадки ЯК-38, ЯК-141.

**Ключевые слова:** самолет вертикального взлета и посадки, подъемно-маршевый двигатель, палубный истребитель, авианесущий крейсер, крыло, скорость, модификация, оборудование, дальность полета, тяга двигателя.

**Kohany A.F.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Chesnov Yu.N.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Nkurikinka D.M.**

Republic of Rwanda,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** In the article, the authors conduct research and consider the historical stages of the creation and development of domestic vertical take-off and landing (VTOL) aircraft, from the appearance of the idea to its practical application. The object of the study is the Soviet vertical take-off and landing aircraft YAK-38, YAK-141.

**Keywords:** vertical take-off and landing aircraft, lifting and marching engine, carrier-based fighter, aircraft carrier, wing, speed, modification, equipment, flight range, engine thrust.

Долгое время в СССР отрицалась роль авианосцев, которые называли не иначе как «оружие агрессии». А в подобном оружии Советский Союз, по мнению руководства страны, не нуждался. Военно-морской флот виделся руководству страны исключительно как оборонительный, действующий вблизи родных берегов. В таком виде его воздушное прикрытие вполне могла обеспечить морская авиация аэродромного базирования. Немногочисленные проекты создания авианесущих кораблей закрывались на ранних стадиях, так и не воплотившись в жизнь. Однако появление в конце 1950-х новой угрозы в виде атомных подводных лодок с баллистическими ракетами вынудило Советский Союз выйти в Мировой океан. Главными задачами флота стали поиск подводных лодок-ракетоносцев вероятного противника и слежение за ними, что позволяло при необходимости мгновенно их уничтожить. Для этой цели были созданы первые в СССР вертолёты корабельного базирования – Ка-10, Ка-15 и Ка-25. Последний получил широкое распространение и был добавлен к вооружению крупных боевых кораблей. Следующим шагом стали проектирование и постройка противолодочных крейсеров (ПКР) проекта 1123 «Кондор». В кормовой части этих кораблей имела широкая полётная палуба, позволявшая осуществлять взлётно-посадочные операции одновременно нескольких вертолётов. Авиагруппа включала 14 вертолётов Ка-25. Однако в ходе эксплуатации двух построенных кораблей серии было выяснено, что для обеспечения постоянного поиска и слежения за подводными лодками необходимо иметь на борту большее количество вертолётов. Соответствующие изменения были

заложены в планировавшийся к постройке третий ПКР. В это же время в СССР набирали обороты программа создания самолётов вертикального взлёта и посадки (СВВП). После демонстрации Як-36 высшему политическому и военному руководству страны самолётом заинтересовались представители ВМФ. Конструкторам поручили проработать возможность использования СВВП на планировавшемся к закладке третьем ПКР проекта 1123 – «Киеве» [2]. Як-36, несмотря на все попытки разработчиков улучшить его конструкцию, оставался лишь экспериментальной машиной, неспособной нести хоть какое-то вооружение. Тем не менее, его испытания дали значительное количество информации, позволившей создать уже полноценный боевой СВВП Як-36М, пошедший в серию как Як-38. Вместо третьего «Кондора» были спроектированы и построены корабли нового класса – тяжёлые авианесущие крейсера (ТАКРы) проекта 1143 «Кречет». На них имелись «фирменные» атрибуты авианосцев – сдвинутая на правый борт надстройка («остров»), угловая полётная палуба и большой подпалубный ангар с двумя самолётоподъёмниками. В ходе эксплуатации Як-38 были выявлены серьёзные недостатки машины, уменьшавшие её боевой потенциал. Самолёт обладал маленьким боевым радиусом и небольшой боевой нагрузкой. Кроме того, использование «Яков» в южных широтах было сильно затруднено из-за ухудшения тяговых характеристик двигателей при высоких температурах. Улучшение конструкции Як-38 осуществлялось в несколько этапов. Для увеличения боевого радиуса была внедрена методика осуществления взлёта с коротким разбегом (ВКР). Следующим шагом стали разработка и пуск в серийное производство модернизированной версии штурмовика – Як-38М. Было разработано множество проектов дальнейшего улучшения характеристик Як-38 (Як-38И, Як-38МП, Як-38МЦ и др.). Последним этапом была разработка на базе «тридцать восьмого» нового многоцелевого самолёта Як-39, который, помимо прочего, должен был нести многорежимную бортовую РЛС, что расширяло номенклатуру применяемого вооружения. Но все эти проекты постепенно были закрыты, в то время как силы ОКБ Яковлева сконцентрировались на разработке совершенно нового, уже сверхзвукового СВВП. Первые проработки облика будущего самолёта начались в ноябре 1973 года, когда Як-38 ещё даже не совершил первую посадку на авианесущий крейсер. Предполагалось, что самолёт будет сверхзвуковым, будет иметь бортовую РЛС и увеличенный боевой радиус. Несмотря на то, что сверхзвуковые СВВП уже были созданы за рубежом (немецкий EWR VJ 101 и французский Dassault Mirage IIIV), все они являлись исключительно опытными машинами, в то время как новый «Як» создавался сразу как серийный боевой самолёт. Так что, как и при разработке Як-38, конструкторам пришлось идти своим собственным путём. Создание новой машины было увязано с созданием принципиально нового подъёмно-маршевого двигателя – ТРДДФ Р79В-300 (изделие 79). Работы над ним шли в АМНТК «Союз» под руководством О.Н. Фаворского [2].

26 июня 1974 года вышла директива ЦК КПСС и Совета министров СССР, которая официально дала начало разработке нового СВВП и установила срок предъявления готового проекта. На ранней стадии подразумевалось использование единой силовой установки с одним ПМД тягой 15 000 кгс. Был собран первый полноразмерный макет самолёта. Но уже в ходе работ над ним стало понятно, что машину с такой компоновкой будет почти невозможно стабилизировать на вертикальных режимах полёта. Государственная комиссия, ознакомившись с макетом, пришла к тем же выводам. Поэтому было принято решение о переходе к комбинированной силовой установке, опыт создания и эксплуатации которой уже был получен на Як-38. В 1975 году проектируемый самолёт получил индекс Як-41 и внутреннее обозначение изделие 48 [6]. Очередная директива ЦК и Совмина, появившаяся 11 ноября 1977 года, предписывала ОКБ Яковлева и АМНТК «Союз» разработать, соответственно, палубный истребитель ВВП Як-41 и ПМД Р79В-300 для него. Директива содержала список основных требований к ним, а также срок представления самолёта на государственные испытания – 1982 год. Первое время рассматривался вариант компоновки, в котором два подъёмных двигателя были размещены в носу самолёта, между РЛС и кабиной пилота. Однако оказалось, что в этом случае их выхлопные газы будут попадать в воздухозаборники подъёмно-маршевого двигателя. Тогда было решено использовать схему Як-38 и разместить отсек с ПД за кабиной лётчика. ПМД имел единственное поворотное сопло, кото-

рое должно было быть расположено вблизи центра масс самолёта. Поэтому конструкторам пришлось использовать нестандартную схему с двумя охватывающими зону выхлопа двигателя консольными балками, на которых размещались вертикальное оперение и цельноповоротные стабилизаторы. В отличие от Як-38, который был среднепланом, «сорок первый» проектировался как высокоплан, а его крыло должно было иметь специальные наплывы в корневой части. Как и у многих палубных самолётов, крыло Як-41 должно было складываться, чтобы он занимал меньше места в ангаре авианосца [2].

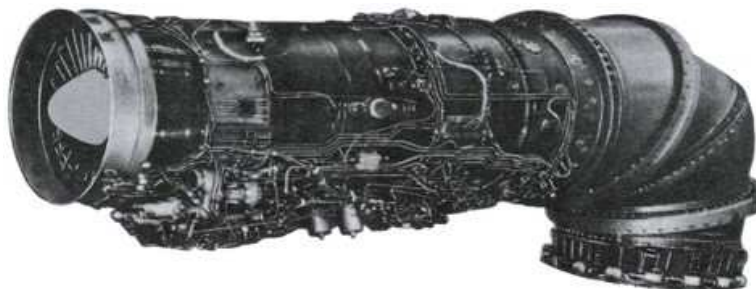


Рисунок 1 – Подъемно-маршевый двигатель P79B-300

В ОКБ планировали приступить к лётным испытаниям в 1982 году, как и было предписано директивой Совмина. Но возникшие технологические трудности не позволили уложиться в срок. Одной из основных проблем стала разработка поворотного сопла для ПМД. Изначально в АМНТК «Союз» прорабатывался вариант с плоским двухкоординатным соплом, но из-за отсутствия опыта в этой области было решено перейти к традиционному осесимметричному соплу [8]. Для его поворота было использовано оригинальное решение – сопло разделялось на три сегмента, которые, вращаясь в противоположных направлениях относительно друг друга, обеспечивали отклонение вектора тяги в вертикальной плоскости до угла в  $95^\circ$  (он использовался при ВВП). Для осуществления взлёта с коротким разбегом сопло становилось в положение  $62^\circ$ . Впервые в мировой практике стало возможно использовать форсаж как на горизонтальном, так и на вертикальном режимах (хотя согласно некоторым источникам сопло подобной конструкции к тому времени уже было проработано и испытано фирмой Rolls-Royce на наземных стендах). Из-за задержек в разработке сопла 25 ноября 1983 года вышло распоряжение, откладывающее государственные испытания Як-41 на 1985 год [2].



Рисунок 2 – ТАКР «Баку» (после 04 октября 1990 года – «Адмирал Горшков») – на его борту осенью 1991 года проводились испытания Як-141

24 сентября 1991 года оба лётных образца были отправлены в Североморск для испытаний на борту ТАКР «Адмирал Флота Советского Союза Горшков» [3]. 26 сентяб-

ря лётчиком А.А. Синицыным была совершена первая посадка на палубу авианесущего крейсера. Через час В.А. Якимов привёл второй самолёт [3]. 30 сентября был осуществлён первый взлёт с авианосца. Целью испытаний было определение совместимости самолёта и его систем с кораблём, а также отработка экстренного старта – поперёк полётной палубы прямо с технической позиции. Однако до отработки второго пункта дело так и не дошло из-за аварии.



Рисунок 3 – Як-141 на авиасалоне Фарнборо-1992

В итоге, к лету 1992 года оба лётных образца в сумме выполнили более 250 полётов. В процессе испытаний было установлено 12 мировых рекордов скороподъёмности и высоты полёта с грузом. В ОКБ Яковлева на базе наработок по Як-141 был создан проект СВВП нового поколения, известного как Як-201 (а параллельно, разрабатывалась и «сухопутная» версия Як-141, Як-43), однако они также остались лишь на бумаге [5].

Як-141 (внутреннее обозначение: изделие 48/48М, по кодификации НАТО: Freestyle – «Вольный стиль») – многоцелевой сверхзвуковой всепогодный [9] палубный истребитель вертикального/короткого взлёта и посадки разработки ОКБ Яковлева. Стал третьим в мире самолётом вертикального взлёта и посадки (после EWR VJ 101 и Dassault Mirage IIIV), преодолевшим скорость звука. Як-141 предназначался для обеспечения прикрытия авианосных соединений от авиации противника, завоевания и удержания господства в воздухе, ведения ближнего манёвренного и дальнего боя, а также для нанесения ударов по наземным и надводным целям [10]. Предполагалось, что Як-141 войдут в состав авиагруппы тяжёлых авианесущих крейсеров «Новороссийск», «Баку» (будущий «Адмирал Горшков»), «Тбилиси» (будущий «Адмирал Кузнецов»), «Рига» (будущий «Варяг») и «Ульяновск», заменят Як-38 на крейсерах «Киев» и «Минск», а также будут использоваться в Военно-воздушных силах. Однако испытания новой машины затянулись, и первую посадку на палубу авианесущего корабля Як-141 совершил лишь в 1991 году. Наступивший после распада СССР кризис, случившаяся с одним из опытных образцов авария, а также сложившееся к тому времени негативное отношение военных к «вертикалкам» в сумме привели к прекращению финансирования и закрытию проекта в 1992 году. Оба лётных образца Як-141 сохранились и являются экспонатами музеев. Як-141 представляет собой свободносущий высокоплан, выполненный по нормальной аэродинамической схеме. Планер самолёта на 26 % (по массе) выполнен из композитов, остальная часть – из алюминий-литиевых сплавов, обладающих малой массой и стойких к коррозии. Некоторые элементы конструкции выполнены из закалённой стали и жаропрочных титановых сплавов [10].

Фюзеляж типа полумонокот имеет прямоугольное сечение и выполнен по правилу площадей. В нижней его части установлены четыре щитка для повышения эффективности вертикального взлёта (2 поперечных подвижных и 2 продольных неподвижных) [9]. В хвостовой части над соплом ПМД располагается отсек с парашютом, предназначенным для остановки самолёта при горизонтальной посадке в случае отказа поворотного сопла.

Крыло – трапециевидное прямой стреловидности с малым удлинением, имеет в корневой части наплывы. Параметры и профиль крыла выбраны таким образом, чтобы обеспечить достижение сверхзвуковых скоростей, возможность осуществлять длительный крейсерский полёт и вести манёвренный воздушный бой. Стреловидность крыла по передней кромке составляет  $30^\circ$ . Угол поперечного V крыла  $-4^\circ$ . Для обеспечения базирования на авианесущих крейсерах крыло выполнено складывающимся, при этом его размах уменьшается с 10,1 до 5,9 м. В корневой и складывающихся частях расположены поворотные носки. Кроме того, в корневой части крыла расположены закрылки, а на складывающейся – элероны, имеющие механическую связь со струйными рулями [9].

Оперение – двухкилевое, крепящееся к двум консольным балкам для обеспечения размещения между ними сопла подъёмно-маршевого двигателя. Оно включает в себя рули направления и цельноповоротные стабилизаторы. Размах стабилизаторов составляет 5,9 м.

Воздухозаборники регулируемые, прямоугольной формы. Для регулировки их проходного сечения применяется система управления с помощью отклоняемого горизонтального клина. На боковой поверхности каждого из воздухозаборников расположены 4 клапана для дополнительной подпитки воздухом ПМД при его работе на земле [9]. На левом воздухозаборнике, чуть позади клапанов, находится посадочно-рулëжная фара.

Шасси трёхопорное со стойками рычажного типа. На носовой опоре установлено колесо КН-31 с шиной модели 1 (500 × 150 мм), а на задних опорах – по одному колесу КТ-69/4 III с шиной модели 31А (880 × 230 мм) [8]. Шасси способно выдержать удар о землю, эквивалентный падению самолёта с высоты 5 метров [6].

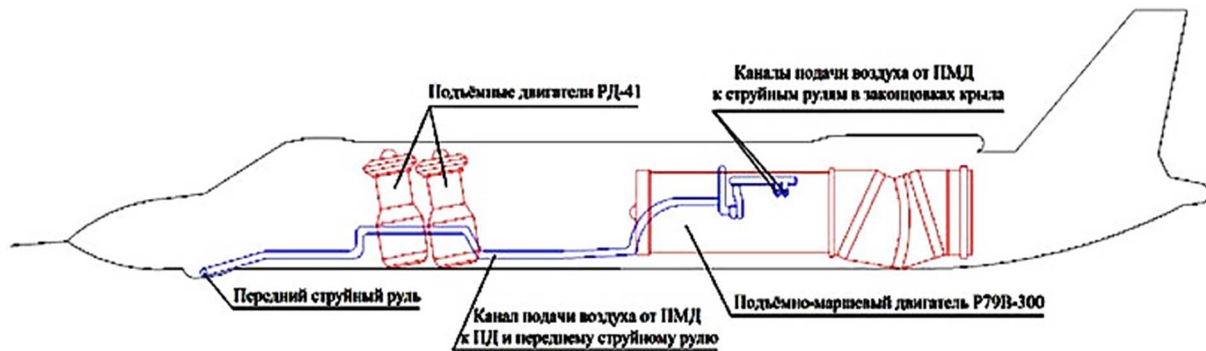


Рисунок 4 – Силовая установка Як-141

Силовая установка Як-141 состоит из одного подъемно-маршевого двигателя Р79В-300 и двух подъемных РД-41. Также для маневрирования при вертикальном полёте используются струйные рули, запитанные от ПМД [3]. Подъемно-маршевый двигатель Р79В-300 разработки АМНТК «Союз» расположен внутри корпуса самолёта. Воздух к нему поступает от двух разнесённых воздухозаборников. Двигатель турбореактивный двухконтурный с форсажной камерой и управляемым вектором тяги. Особенности двигателя являются: противоположное направление вращения роторов, повышенная газодинамическая устойчивость компрессоров и наличие уникальных вихревых горелок в основной камере сгорания [4]. Двигатель имеет поворотное сопло с регулируемой площадью критического сечения, которое позволяет отклонять вектор тяги в вертикальной плоскости в диапазоне  $95^\circ$  вне зависимости от режима работы двигателя.

ля. Двигатель обеспечивает максимальную тягу в 10977 кгс на бесфорсажном режиме и в 15500 кгс при использовании форсажа.

Два подъёмных двигателя РД-41 разработки Рыбинского КБ моторостроения расположены в специальном отсеке за кабиной лётчика под углом  $10^\circ$  к вертикальной оси. На стоянке или при горизонтальном полёте этот отсек сверху и снизу закрыт защитными створками (1 сверху, 2 снизу), причём верхняя обеспечивает приток воздуха к ПД. Створки автоматически открываются при запуске подъёмных двигателей. РД-41 – одновальный, одноконтурный турбореактивный двигатель с поворотным сужающимся реактивным соплом. На конце сопла расположен поворотный насадок, который обеспечивает отклонение вектора тяги в продольной вертикальной плоскости на угол  $\pm 12,5^\circ$  от продольной оси двигателя. Двигатель обладает максимальной тягой в 4100 кгс. ПД могут работать на высоте не более 2,5 км и при скорости полёта, не превышающей 550 км/ч. Для маневрирования при вертикальном полёте, когда не эффективны обычные аэродинамические поверхности, на самолёте установлены струйные рули, воздух к которым поступает от ПМД. Для управления по курсу используется единственный струйный руль, размещённый в носовой части самолёта (на изделии 48-2 вместо него использовались два струйных руля, размещённых в концах хвостовых балок). Для управления по крену используются два струйных руля, установленных в законцовках крыла. Управление по тангажу осуществляется за счёт изменения соотношения тяг ПД и ПМД. Топливные баки размещены в фюзеляже самолёта (в его центральной части и в консольных балках хвостовой части), они способны вместить до 4400 кг (более 5000 л) топлива. Конструкцией также предусмотрена возможность размещения одного конформного топливного бака объёмом 2000 л под фюзеляжем и нескольких подвесных на подкрыльевых пилонах [5]

На Як-141 используется система управления вооружением С-41М (М – «модернизированная»), которая является развитием ранних проектов СУВ для Як-41 – С-41 и С-41Д (Д – «доработанная»). Система построена вокруг многорежимной бортовой РЛС «Жук» с целевой антенной решёткой (модификация М002). Данная радиолокационная станция аналогична РЛС истребителя МиГ-29М, но имеет меньшие габаритные размеры. Дальность обнаружения воздушных целей с ЭПР  $3 \text{ м}^2$  составляет 80 км, малых надводных судов – 110 км. Станция способна сопровождать до 10 целей, а также обеспечивает обстрел 4 целей одновременно. Масса РЛС – 250 кг. Вся поступающая информация обрабатывается бортовой цифровой вычислительной машиной и предоставляется лётчику с помощью системы отображения информации. Средства отображения – индикатор на лобовом стекле и многофункциональные индикаторы.

Аппаратура государственного опознавания представлена системой «Пароль», антенна которой расположена на носу самолёта, перед остеклением кабины пилота. Элементы системы радиоэлектронного противодействия расположены в законцовках крыла и в верхушках килей. В хвостовой части самолёта возможно размещение автоматов выброса дипольных отражателей и ложных тепловых целей. На самолёте также имеется система управления оружием (СУО), которая осуществляет проверку состояния авиационных средств поражения, размещённых на всех точках подвески, подготовку их к применению и последующий пуск. На серийных Як-141 предполагалось использование лазерно-телевизионной системы наведения, сопряжённой с лазерным дальномером и бортовой РЛС [6]. Навигационное оборудование Як-141 состоит из инерциальной навигационной системы, радиосистемы ближней навигации РСБН-6С «Ромб» и бортовой аппаратуры автоматической системы посадки на авианосец «Резистор-К4». Кроме того, имеется возможность использования на самолёте системы спутниковой навигации ГЛОНАСС. Кроме этого, пилотажно-навигационный комплекс включает системы траекторного и дистанционного управления самолётом и некоторые другие компоненты. Для управления как элементами оперения, так и струйными рулями используется полностью автономная цифровая электродистанционная система управления (ЭДСУ) с трёхкратным резервированием. Имеется также запасная механическая система управления (на одном из опытных образцов была установлена аналоговая ЭДСУ и отсутствовала запасная механическая СУ).



Рисунок 5 – Кабина Як-141

Кабина Як-141 имеет двухсекционный фонарь из органического стекла с плоским лобовиком из бронестекла. Сбрасываемая часть фонаря открывается вправо-вбок как на Як-38. Лётчик размещается в катапультируемом кресле К-36ЛВ. На вертикальном и переходном режимах полёта работает система автоматического катапультирования (САК) второго поколения СК-ЭМ. Она включается при отклонении сопла ПМД от горизонта на угол более  $30^\circ$  и срабатывает при достижении самолётом определённого сочетания углов и угловых скоростей крена, пикирования и кабрирования. Если верхняя створка ПД закрыта, то катапультирование происходит после отстрела фонаря, если же она открыта – то лётчик катапультируется прямо через остекление фонаря [4].

«Як» вооружён пушкой ГШ-30-1. Дополнительное вооружение может быть установлено на 4 подкрыльевых пилонах. Принятая на Як-141 номенклатура вооружения соответствует его назначению как многоцелевого самолёта. Поэтому вооружение включает управляемые ракеты «воздух-воздух» малой и средней дальности для борьбы с другими воздушными целями; ракеты «воздух-поверхность», противокорабельные и противорадиолокационные ракеты для поражения наземных объектов, кораблей, РЛС и средств связи противника; а также блоки НАР, пушечные контейнеры и свободнопадающие бомбы, что позволяет самолёту выполнять роли штурмовика и бомбардировщика.

Як-141 способен осуществлять взлёт шестью способами:

- **обычным способом** – при этом сопло ПМД сохраняет положение в  $0^\circ$ , а подъёмные двигатели отключены;
  - **с коротким разбегом** – при этом после начала движения запускаются подъёмные двигатели, а сопло ПМД начинает менять угол направления тяги до  $62^\circ$ . Длина разбега при этом составляет около 120 метров;
  - **с коротким разбегом и использованием задерживающих устройств** – используется при базировании на авианесущих кораблях. Чтобы самолёт не сдвинулся с места под действием тяги двигателя, на палубе ТАКРа устанавливаются специальные задерживатели колёс шасси. Разбег при этом сокращается почти в два раза и составляет около 60–80 метров;
  - **со сверхкоротким разбегом** – здесь также используются задерживатели, но при этом ещё до начала разбега сопло ПМД повернуто на угол  $62^\circ$ , а подъёмные двигатели запущены. Разбег сокращается до 6 метров;
  - **с использованием трамплина** – предполагался для базирования «Яков» на ТАКРах проектов 1143.5, 1143.6 и 1143.7;
  - **вертикально** – при этом включены подъёмные двигатели, а сопло ПМД отклонено на максимальный угол в  $95^\circ$ , двигатель позволяет взлетать с любой скоростью.
- Посадка Як-141 может осуществляться двумя способами:
- **обычным способом** – для этого на самолёте имеется тормозной парашют;



• **вертикально** – предполагался для использования при базировании на авианесущих крейсерах.

В августе 2018 представителями МО было высказано мнение о высокой актуальности создания самолётов с вертикальным взлётом и посадкой и что в этом проекте можно использовать наработки и опыт, полученные в ходе работы над Як-141, заявили, что отказываться от такого направления деятельности в боевой авиации нецелесообразно и наиболее перспективным выглядит восстановление наработок по программе Як-141 и полноценное их использование с поправкой на то, что за последнее время появились новые материалы и технологии – «Есть возможность на 10–15 % улучшить эффективность качества работы с отдачей топливной автоматики, новых двигателей, а это много значит. Сегодня создать такой аппарат вертикального взлёта и посадки будет гораздо проще по материальной части, по материалам и автоматизированным системам управления, чем 20 лет назад».

#### **Список литературы:**

1. Абидин В. Незабываемый Як-38: 15 лет в серии, 15 лет в строю (рус.) / В. Абидин // Крылья Родины. – М., 2008. – № 5. – С. 14–22.
2. Абидин В. Незабываемый Як-38: 15 лет в серии, 15 лет в строю (рус.) / В. Абидин // Крылья Родины. – М., 2008. – № 6. – С. 11–18.
3. Балакин С.А. Советские авианосцы. Авианесущие крейсера адмирала Горшкова / С.А. Балакин, В.П. Заблоцкий. – М. : Коллекция, Яуза, ЭКСМО, 2007. – 240 с.
4. Лунёв Ю. Вертикалка (рус.) / Ю. Лунёв // Мир авиации. – М., 1994. – № 6. – С. 16–25.
5. Ружицкий Е.И. Европейские самолёты вертикального взлёта. – М. : Астрель, АСТ, 2000. – 256 с.
6. Фомин А.В. Су-33. Корабельная эпопея. – М. : РА Интервестник, 2003. – 248 с.
7. John Fricker and Piotr Butowski. Yakovlev's V/STOL Fighters. Yak-36, Yak-38, Yak-41 and Yak-141. – Hinckley, England, UK : Midland Publishing, 1995.
8. Крылья над морем / Авиация и космонавтика. – 2008. – № 02.
9. Крылья над морем / Авиация и космонавтика. – 2008. – № 03.

УДК 663.938

**НОВЫЙ ПОДХОД К РЕГРЕССИОННОМУ АНАЛИЗУ  
ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА  
В МОДЕЛИ КАНО: ЭМПИРИЧЕСКИЙ ТЕСТ  
В ИНДУСТРИИ ПРОДУКТОВ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ**



**A NEW APPROACH TO REGRESSION ANALYSIS  
FOR THE CLASSIFICATION OF QUALITY INDICATORS IN THE KANO MODEL:  
AN EMPIRICAL TEST IN THE SPORTS NUTRITION INDUSTRY**

**Данович Л.М.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
dlm59@mail.ru

**Красина И.Б.**

доктор технических наук,  
профессор,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kib@mail.ru

**Бакланов М.В.**

Кубанский государственный  
технологический университет  
Baklanov2020@mail.ru

**Красина Е.В.**

Кубанский государственный  
технологический университет  
Ekaterina\_brodov@mail.ru

**Терехов В.В.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
mitya.ivanov.2015@mail.ru

**Аннотация.** Предлагается новый подход к регрессионному анализу для классификации атрибутов качества, включая обязательные, одномерные, привлекательные и безразличные категории, а также смешанное распределение классов. Используя популярные инструменты и методы измерения удовлетворенности клиентов, предлагаемый подход позволяет упростить процесс сбора данных, что делает его намного проще в реализации, чем список функциональных и дисфункциональных вопросов. Эмпирическое исследование цепочки пищевых продуктов спортивного питания показало, что предлагаемый подход способен дать приемлемые результаты классификации по сравнению с анкетой Кано.

**Ключевые слова:** показатели качества, анкета Кано, удовлетворенность клиентов, классификация показателей, регрессия.

**Danovich L.M.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Kuban State Technological University  
dlm59@mail.ru

**Krasina I.B.**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor,  
Kuban State Technological University  
kib@mail.ru

**Baklanov M.V.**

Kuban State Technological University  
Baklanov2020@mail.ru

**Krasina E.V.**

Kuban State Technological University  
Ekaterina\_brodov@mail.ru

**Terekhov V.V.**

Student,  
Kuban State Technological University  
mitya.ivanov.2015@mail.ru

**Abstract.** A new regression analysis approach is proposed for classifying quality attributes, including mandatory, univariate, attractive, and indifferent categories, as well as a mixed class distribution. Using popular tools and methods for measuring customer satisfaction, the proposed approach simplifies the data collection process, making it much easier to implement than a list of functional and dysfunctional questions. An empirical study of the sports nutrition food chain showed that the proposed approach is able to give acceptable classification results compared to the Kano questionnaire.

**Keywords:** quality indicators, Kano questionnaire, customer satisfaction, classification of indicators, regression.

Удовлетворенность потребителей – один из важнейших факторов, определяющих успех организации в конкурентной деловой среде. Каждая организация прилагает усилия для повышения удовлетворенности потребителей путем улучшения качества своих продуктов или услуг [1, 2], однако они ограничены ограниченными ресурсами, и определение того, как наилучшим образом распределить эти ресурсы, имеет решающее значение для достижения наивысшего уровня удовлетворенности потребителей [3]. Поскольку показатели не играют одинаковой роли в удовлетворении потребностей потребителей, выявление критических факторов, определяющих удовлетворенность, имеет важное значение для устойчивого успеха любой организации [4].

В настоящее время двухмерная модель Кано стала одной из самых популярных моделей для оценки качества, нашедшей свое применение в широком спектре отраслей [5]. На протяжении последних десятилетий для исследования асимметричных и нелинейных отношений в модели Кано применялись различные подходы к регрессионному анализу. Модель Кано отказывается от строго линейного представления о влиянии характеристик продукта на удовлетворенность потребителей. Она используется для выявления конкретных атрибутов, способных вызвать или неудовлетворенность/разочарование потребителей [6]. Кано классифицировал атрибуты качества на пять категорий: обязательное, одномерное, привлекательное, безразличие и обратное качество. Уровень удовлетворенности для разных атрибутов качества по-разному влияет на восприятие удовлетворенности клиентов. Методы регрессии [7] обеспечивают более аналитическое представление о нелинейных взаимосвязях, и все большее число исследований применяет его к классификации категорий Кано.

Ряд подходов к регрессии, таких как регрессия с фиктивными переменными и регрессия с умеренными переменными, ограничены классификацией атрибутов качества только по первым трем категориям: обязательное, привлекательное и одномерное качество [8]. Однако игнорирование категории безразличных или последствий распределения по разным классам может привести к тому, что предприятия будут тратить свои ресурсы на ошибочные проекты. С другой стороны, на переходной стадии жизненного цикла качества или при представлении смешанных сегментов потребителей большинство категорий Кано могут стать незначительными, что затруднит идентификацию истинной категории Кано атрибута.

Основная концепция двумерной теории Кано заключается в существовании асимметричной, нелинейной взаимосвязи между выполнением атрибутов и удовлетворенностью клиентов [9]. Различия в уровне выполнения могут по-разному влиять на удовлетворенность клиентов по каждому атрибуту. Мы предполагаем, что игнорирование сдерживающего влияния выполнения на взаимосвязь между показателями атрибутов и удовлетворенностью клиентов в регрессии с фиктивной переменной может привести к невозможности получения точных классификаций. С другой стороны, рассмотрение только одного элемента взаимодействия в регрессионной модели приведет к путанице восприятия и приведет к неправильной классификации. Чтобы устранить эти недостатки, нами предлагается новый регрессионный подход, который учитывает взаимодействие между характеристиками атрибутов и удовлетворенностью на разных уровнях выполнения для повышения точности классификации. Для изучения категорий качества Кано предлагается следующая регрессионная модель с модерируемой фиктивной переменной:

$$CS_i = \alpha_i + \beta_j X_{ij} + \delta_{1j} D_{1ij} + \delta_{2j} D_{2ij} + \delta_{3j} X_{ij} \times D_{1ij} + \delta_{4j} X_{ij} \times D_{2ij},$$

где  $CS_i$  – общая удовлетворенность  $i$ -го потребителя;  $X_{ij}$  – уровень эффективности  $j$ -го атрибута, оцененного  $i$ -м потребителем;  $D_{1ij}$ ,  $D_{2ij}$  – фиктивные переменные  $\delta_{1j}$  и  $\delta_{2j}$  – модераторы в невыполненных и выполненных условиях соответственно.

Предлагаемая регрессионная модель была разработана с учетом двумерной теории Кано. Существуют три теоретически значимых паттерна взаимодействия: синергетические или усиливающие взаимодействия, буферные взаимодействия и интерференционные или антагонистические взаимодействия. Характер знаков и величины коэффициентов основного предиктора, среднего предиктора и условий перекрестного продукта вместе определяют форму взаимодействия.

Сначала была разработана фиктивная регрессионная модель для выявления нелинейного и асимметричного влияния характеристик атрибутов на общую удовлетворенность клиентов. В частности, общая удовлетворенность потребителей определяется как зависимая переменная, а уровень достижения атрибута качества – как независимая переменная, определяемая как пара фиктивных переменных для двух уровней выполнения, низкого и высокого соответственно. Затем вычисляются два коэффициента регрессии фиктивных переменных и используются для определения категории атрибутов качества, отражающих влияние атрибута качества на удовлетворенность потребителей.

Для проведения исследования была разработана анкета Кано, которая включала 30 вопросов, связанных с пятью институциональными измерениями по 15 атрибутам.

Анкета состояла из двух частей. В первой части респондентов просили оценить уровень их удовлетворенности воображаемыми характеристиками энергетического батончика с учетом выполненных и невыполненных условий для каждой из них. Другими словами, эта первая часть была разработана для определения категорий качества Кано для каждого атрибута. Затем, используя шкалу Лайкерта, варьирующуюся от крайне неудовлетворенных (1) до чрезвычайно удовлетворенных (5), потребителей попросили оценить уровень их удовлетворенности по каждому признаку.

Каждого опрошиваемого попросили оценить важность и удовлетворенность каждым уровнем требований к энергетическому батончику (табл. 1) для существующих на рынке углеводно-белковых батончиков. Затем респондентов попросили оценить их удовлетворенность (или неудовлетворенность) наличием или отсутствием требований желаемого батончика в анкете Кано. Чтобы уменьшить возможные ошибки, которые могли возникнуть при опросе, вопросы подтверждения и опровержения для каждого требования были размещены в анкете в случайной последовательности.

**Таблица 1** – Категория качества Кано для каждой характеристики требования к продукту

Требования к продукту	Категории качества Кано					Коэффициенты Бергера		Категория Кано
	M	O	A	I	R	SI	DI	
Хороший вкус	68,8	19,8	10,3	0,8	0,3	0,30	-0,89	M
Приятный запах	63,8	20,4	12,5	2,5	0,8	0,33	-0,85	M
Не жесткая текстура	49,3	32,3	9,5	7,0	0,3	0,42	-0,59	M
Цвет	37,1	17,5	10,6	34,8	0	0,28	-0,48	X
Не слишком твердый	24,6	51,4	13,7	9,1	1,2	0,65	-0,77	O
Не рассыпчатый	8,3	30,2	5,2	22,8	33,5	0,53	-0,58	X
Не липнет	7,7	45,1	12,3	34,2	0,7	0,58	-0,53	O
Приятная консистенция	29,4	49,7	10,4	10,5	0	0,60	-0,40	O
Безвреден для здоровья	68,4	14,1	17,5	0	0	0,32	-0,86	M
Не приторный	34,6	4,7	57,2	3,3	0,2	0,62	-0,39	A
Низкий гликемический индекс	20,2	37,2	39,6	2,6	0,4	0,77	-0,58	X
Содержит полезные вещества	16,7	13,5	61,4	7,9	0,5	0,75	-0,30	A
Содержит медленные углеводы	9,9	68,1	10,2	11,3	0,5	0,79	-0,78	O
Должен быть натуральным	31,1	19,2	44,4	5,3	0	0,64	-0,50	A
Наличие фруктовых добавок	13,6	15,3	17,4	52,1	1,6	0,33	-0,29	I

Исследования проводили среди спортсменов, занимающихся легкой атлетикой. Всего в опросе приняли участие 259 респондентов в возрасте от 16 до 35 лет. Из этой выборки 60 % респондентов составляли женщины, 75 % занимаются спортом профес-

сионально, 80 % из опрошенных принимают участие в соревнованиях различного уровня, 85 % – моложе 30 лет, 69 % – холосты, 72 % – студенты, 40 % имели степень бакалавра или выше. Частота тренировок в неделю у респондентов была различной. Большинство респондентов (65 %) тренируются 5 раз в неделю по две тренировки в день. 68 % респондентов ежедневно потребляют энергетические батончики перед тренировкой и/или после нее, а 15 % из опрошенных спортсменов вообще не потребляют энергетические батончики.

Анкета оценивалась в три этапа. После объединения ответов на функциональный и дисфункциональный вопрос по отдельным критериям продукта, перечисленным в таблице 1, были заполнены результаты, которые показывают общее распределение категорий качества и был определен средний уровень текущей удовлетворенности.

Средний уровень удовлетворенности по каждому атрибуту составил от 3,22 до 4,06. По результатам ответов на вопросы анкеты все требования к энергетическому батончику были разделены на обязательные (М) – 4 характеристики; одномерные (О) – 4 характеристики; привлекательные (А) – 3 характеристики; безразличные (I) – 1 характеристика и смешанные (X) – 3 характеристики.

Собранные данные были проанализированы с применением предложенной модели регрессии с модерируемой фиктивной переменной. Информация, относящаяся к каждому атрибуту, была затем помещена в модель отдельно для построения регрессионной модели. Таким образом, 30 уравнений регрессии были построены методом гребневой регрессии с использованием статистического пакета SAS. Статистические результаты, включая трассу гребня, скорректированный R<sup>2</sup>. Поскольку все значения VIF коэффициентов регрессии были меньше 10, влияние мультиколлинеарности было устранено в модели регрессии. Следовательно, эти коэффициенты регрессии можно использовать для дальнейшего анализа.

Таким образом, используя новый подход к регрессионному анализу для изучения нелинейных и асимметричных эффектов удовлетворенности клиентов, можно предложить распределять ресурсы в соответствии с этими критическими факторами, т.е. предлагаемый подход позволяет классифицировать атрибуты качества, в том числе относящиеся к обязательным, одномерным, привлекательным и безразличным категориям, а также к распределению смешанного класса. Используя популярные инструменты и методы для измерения удовлетворенности клиентов, предлагаемый подход может упростить процесс сбора данных, значительно облегчая его по сравнению с составлением списка функциональных и дисфункциональных вопросов. Кроме того, эмпирическое исследование цепочки пищевых продуктов и напитков продемонстрировало, что предложенный метод гребневой регрессии демонстрирует приемлемые результаты классификации по сравнению с результатами из вопросника Кано. Поскольку категории качества со временем могут меняться, а потребительские сегменты могут смешиваться, нельзя упускать из виду распределение по смешанным классам.

### Список литературы:

1. Куракина Н.Э. Анализ потребительских предпочтений при выборе мучных кондитерских изделий / Н.Э. Куракина, И.Б. Красина // Научные труды кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 130–140.
2. Красина, И.Б. Современные подходы к разработке технологии обогащенных мучных кондитерских изделий / И.Б. Красина // Депонированная рукопись № 1253-B2007. 27.12.2007.
3. Использование новых подходов при разработке функциональных кондитерских изделий / Д.Б. Галтелов, И.Б. Красина, А.Н. Куракина, А.В. Лысенко // В сборнике: Инновации в индустрии питания и сервисе. электронный сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 593–596.
4. Данович Л.М. Применение методов математического моделирования в разработке технологии и оценки потребительских свойств полуфабрикатов / Л.М. Данович, О.Н. Каминир, Г.И. Касьянов, О.В. Косенко. – Краснодар : ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2019. – 185 с.
5. Данович Л.М. Регрессионный анализ для классификации показателей качества в модели Кано / Л.М. Данович, И.Б. Красина, К.Н. Сторчеус // В сборнике: Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений.

- Сборник научных статей и докладов X Международной научно-технической конференции. Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 2022. – С. 211–216.
6. Данович Л.М. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента / Л.М. Данович, О.Н. Каминир, О.В. Пергун, И.Е. Сязин. – Краснодар : ФГБОУ ВО «КубГУ», 2021. – 185 с.
  7. Красина И.Б. Статистические методы обработки экспериментальных данных / И.Б. Красина, Л.М. Данович. – Краснодар, 2015. – 244 с.
  8. Данович Л.М. Использование имитационного моделирования производственных процессов / Л.М. Данович, И.Б. Красина, В.Г. Доронина // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 437–439.
  9. Данович Л.М. Использование методики поверхностного отклика для оптимизации рецептуры энергетических батончиков / Л.М. Данович, Е.В. Красина, И.Б. Красина // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 439–443.

УДК 681.5

**РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
СТИРАЛЬНОЙ МАШИНОЙ АВТОМАТ**



**DEVELOPMENT OF A MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM  
FOR A WASHING MACHINE**

**Андрияди Т.Е.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
tatyana.andriyadi@gmail.com

**Посмитная Л.А.**

старший преподаватель,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Аннотация.** Содержание данной статьи включает в себя сравнительную характеристику различных типов стиральных машин, преимущества и принципы создания автоматизированных стиральных машин с применением микроконтроллеров.

**Ключевые слова:** микропроцессорная система управления, автоматизация, стиральная машина автомат, микроконтроллер, структурная схема.

**Andriadi T.E.**

Student,  
Kuban State University of Technology  
tatyana.andriyadi@gmail.com

**Posmitnaya L.A.**

Senior Lecturer,  
Kuban State University of Technology  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Abstract.** The content of this article includes comparative characteristics of various types of washing machines, advantages and principles of creating automated washing machines using microcontrollers.

**Keywords:** microprocessor control system, automation, washing machine, controller, block diagram.

**С**тиральная машина - важнейший бытовой прибор, который необходим в повседневной жизни. Без неё люди были бы вынуждены стирать вещи вручную, а это отнимает много времени и гарантирует качественный результат. Но стиральные машины уже стали доступны всем, она есть в любой современной квартире, загородном доме и даже на даче. Производители же, в свою очередь, не останавливаются на тех результатах, которым им удалось добиться, и постоянно совершенствуют технологии стирки, минимизируя участие человека в этом процессе и подбирая оптимальные режимы для различных условий.

Стиральные машины по функционалу выпускаются двух видов: полуавтоматические и автоматические.

Полуавтоматические стиральные машины ограничены в программах, которые они выполняют, то есть пользователю приходится самостоятельно переключать режимы работы. И только в некоторых моделях производители реализовали таймер выключения стиральной машины.

Второй вид, а именно, стиральные машины автомат пользуются сейчас огромной популярностью. Их производят двух типов: встраиваемого типа и обычного, как отдельное устройство.

И сейчас большими партиями выпускают стиральные машины автомат, в которых каждому типу ткани соответствует программа, предназначенная для работы с различными видами загрязнений, используя специальные режимы бережной или быстрой стирки, а также режимы дополнительного полоскания или отжима.

Плюсами стиральных машин автомат являются:

- экономия времени;
- простота в эксплуатации и ремонте;
- широкий ряд размеров и стилей.

Но не стоит забывать, что современная автоматическая стиральная машина требует ухода и постоянного обслуживания. Например, нагревательные элементы сти-

ральной машины чувствительны к жесткой воде, поэтому помимо порошка рекомендуется использовать специальные смягчители. Также часто возникает проблема засорения бункера - элемента дозатор, в который засыпается порошок, поэтому следует очищать дозатор и бункер от загрязнений по мере их засорения.

Такие трудности как обслуживание и уход за стиральной машиной незначительны в сравнении со стиркой руками или в полуавтоматической стиральной машине.

Поэтому исходя из приведенных выше характеристик выбор пользователь падает на стиральную машину автомат в пользу экономии времени и сил на стирку белья. Схемы таких автоматических стиральных машин приведены на рисунках 1, 2.

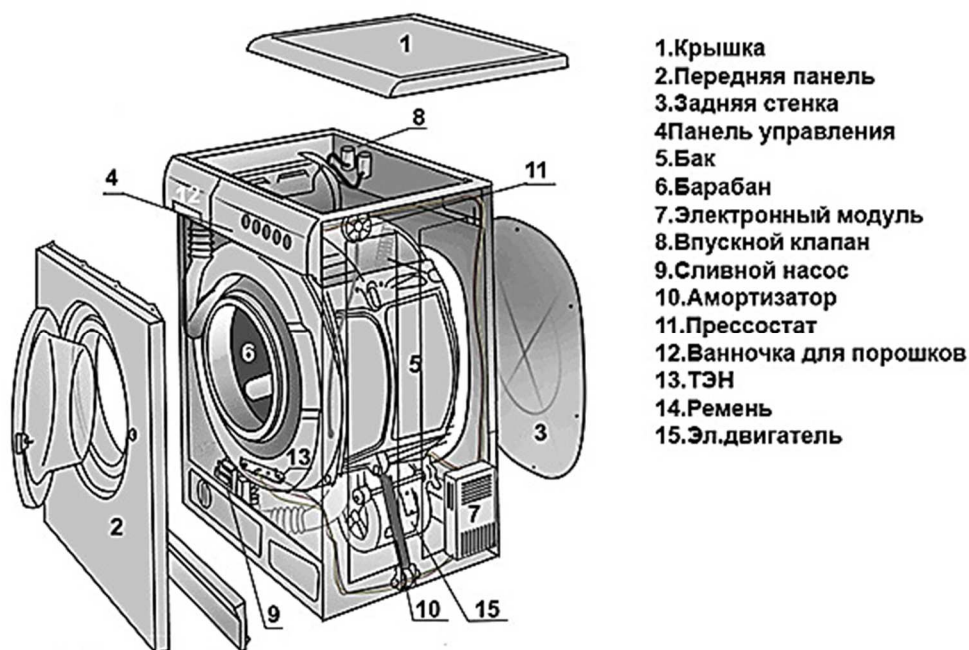


Рисунок 1 – Схема стиральной машины

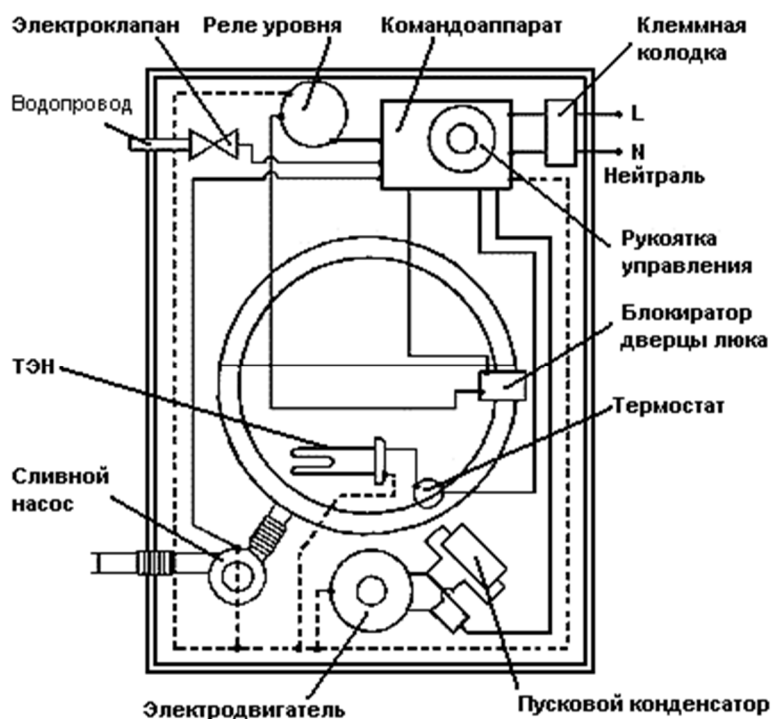


Рисунок 2 – Структурная схема стиральной машины



Стиральная машина состоит из следующих элементов:

- корпус;
- система залива воды;
- датчики;
- бак и барабан;
- нагреватель
- блок управления;
- сливная система;
- двигатель.

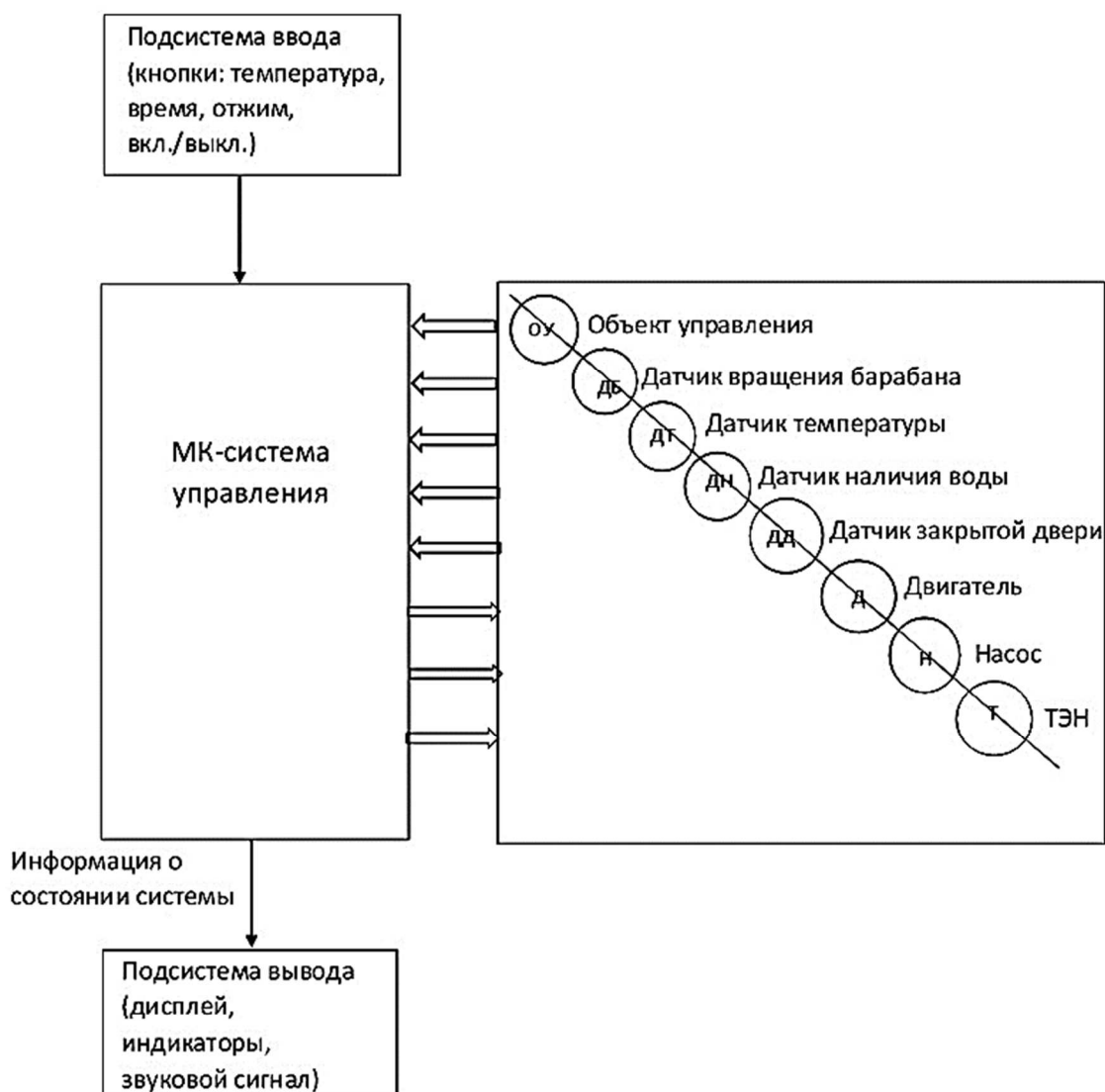


Рисунок 3 – Структурная схема микроконтроллерной системы управления

### Корпус

Все внутренние составляющие стиральной машины находятся в прочной обшивке из металла. Она помогает избежать образования повреждений, вмятин и царапин, сохраняет детали в рабочем состоянии.

Корпус стиральной машины включает в себя следующие элементы:

- основание;
- передняя, задняя и боковая стенки;
- панель с люком;
- крышка.

На лицевой части размещен пульт управления и отсек для различных средств для стирки. Внутри они попадают под напором струи воды. В стиральной машинке с

фронтальной загрузкой реализована функция блокировки, которая препятствует открытию дверцы во время выполнения аппаратом заданных функций.

#### Система залива воды

Запускается машинка только после выбора нужной программы для стирки, в это же время блокируется дверца. Сначала открывается клапан электромагнитного типа, с помощью которого вода попадает в барабан. Клапан остается открытым до того момента, пока датчик не начнет сигнализировать о том, что жидкости в барабане достаточно для начала стирки.

Для обеспечения бесперебойной подачи воды, шланг для залива соединяется с водопроводной системой.

#### Бак и барабан

Бак является одним из самых объёмных элементов. В зависимости от конструкции стиральной машины он может вмещать от 3 до 12 кг белья.

Бак и корпус соединяются не жестко, что помогает исключить вибрацию при работе стиральной машины.

Для поддержки в процессе функционирования применяют:

- 2–4 рессоры, которые расположены сверху;
- утяжелитель для исключения колебательных и вибрационных движений;
- 2–4 глушителя в нижнем отсеке бака.

Перечисленные выше механизмы отвечают за устойчивость аппарата. В баке находится устройство с большим количеством отверстий, предназначенные для подачи жидкости после запуска стиральной машины.

#### Сливная система

Следующим этапом необходимо освободить систему от мыльной воды. Осуществить этот процесс помогает шланг. Им является гофрированный рукав, длина которого от 1 до 4 метров. Присоединяется одним концом к насосу, другим – в систему канализации.

Во время стирки цикл слива жидкости осуществляется несколько раз благодаря таким деталям, как:

- моторчик;
- крыльчатка;
- «Улитка».

За функционирование насоса синхронного вида отвечает электронный модуль.

#### Блок управления

Важнейшая часть стиральной машинки автомат. Также называется «мозгом» устройства.

Блок ведет управление такими частями:

- ТЭНом;
- баком и барабаном;
- системой слива и подачи воды;
- насосом и другими.

#### Датчики

Верная и бесперебойная работа бытовой техники проводится с помощью специальных приборов. На них приходят сигналы от аппарата с момента включения стиральной машины в сеть и до её отключения. К регуляторам относят:

– Прессостат. Задачей является отслеживание уровня воды, поступающей в бак.

– Воздушная камера. Выполняется из пластика и устанавливается возле сливной трубки.

– Термостат. Главная функция – определение температуры воды, находящейся в баке, для последующей отправки собранных данных на блок управления.

– Таходатчик. Контролирует число оборотов, необходимых для осуществления отжима. Их количество зависит от режима стирки, выбранного пользователем.

Максимальное число – 2000.

В комплексе датчики являются необходимыми составляющими, контролирующими весь процесс работы стиральной машины автомат.

ТЭН

Нагреватель расположен внутри корпуса и предназначен для обеспечения нужной температуры жидкости. Его мощность может быть в области от 1800 до 2200 Вт. Очень хрупкой и чувствительной деталью является трубчатый электронагреватель, находится он в нижней части.

Двигатель

Данная часть системы заставляет барабан совершать обороты. Очень часто в стиральных машинах установлен коллекторный мотор. Соединяется он непосредственно к барабану, то есть прямым способом крепежа, который является наиболее надежным.

Такой вид затрачивает намного меньше энергии для вращения, а шум и вибрация в процессе работы почти не заметны. Также преимуществом является то, что мотор не занимает много места, тем самым габариты стиральной машины уменьшаются.

Принцип работы стиральной машины автомата

- Включить аппарат в сеть;
- Загрузить белье в барабан;
- Засыпать средства для стирки в специальный отдел;
- Установить режим работы, плотно закрыть дверцу и запустить цикл.

Начало стирки

Для каждого типа ткани машинка автомат предлагает соответствующий режим. Для начала нужно загрузить вещи в барабан. Учитывая при этом объем бака. После чего отсек для специальных средств стирки наполняется необходимым количеством веществ. Выбирается требуемый режим стирки.

Для данной микроконтроллерной системы были выбраны такие режимы стирки:

- шёлк;
- шерсть;
- хлопок;
- синтетика;
- отжим;
- полоскание;
- быстро.

Расположение кнопок для выбора нужного режима и дисплея с отображением выбираемых функций изображено на рисунке 4, на котором изображен пульт, разработанный для системы на базе микроконтроллера, изображенной на рисунке 3.



Рисунок 4 – Пульт управления

Для выбранных режимов заданы следующие настройки, реализующие программно.

В режиме «Шелк» заданы такие параметры как температура воды – 30 °С, количество оборотов в минуту при отжиге – 400 оборотов, время стирки – 1 час.

Режим «Шерсть»: 40 °С, без отжима, 1 час.

Режим «Хлопок»: 90 °С, 100 оборотов в минуту, 2 часа.

Режим «Синтетика»: 40 °С, 800 оборотов в минуту, время стирки – 1,5 часа.

Режим «Быстро»: 30 °С, 800 оборотов, 30 минут.

В дополнительном режиме «Полоскание» обычно устанавливается время 10 минут.

Время в режиме «Отжим» зависит от количества выбранных оборотов. При 1000 оборотов в минуту время отжима составит 15 минут, при 800 оборотов в минуту – 10 минут, при 400 оборотов в минуту стирка займет 7 минут.

После того как выбрана нужная функция, плотно закрывается дверца и нажимается кнопка «старт». В этот момент происходит фиксация, благодаря которой люк не сможет открыться в процессе работы стиральной машинки. Загрузка аппарата проводится двумя способами: фронтальным, когда дверца расположена с передней стороны корпуса, или вертикальным.

Процесс стирки

После запуска стиральной машины своё функционирование начинает насос, отвечающий за подачу жидкости. За подачу воды в барабан отвечают небольшие круглые отверстия, а за слежением достаточного уровня воды - прессостат.

После того как вода достигла нужного уровня датчик отправляет информацию на панель управления, после чего подача воды останавливается.

И только после данных процессов начинается стирка. Её можно описать так:

– под напором поток воды вымывает порошок из ячейки, после чего он поступает в барабан;

– под действием вращательных движений белье, загруженное в барабан, пропитывается водой и специальными средствами, вымытыми из отсека. Что обеспечивает очистку от различных загрязнений;

– во время стирки иногда необходим подсос воды. Длительность стирки зависит от режима, выбранного пользователем.

Слив воды и полоскание белья

После всех процессов, связанных со стиркой, аппарат выкачивает воду в канализацию с помощью насоса. Помпа будет работать, пока от датчика не поступит информация о том, что барабан пуст. Следующим этапом следует процесс полоскания.

Процесс полоскания белья

Процесс полоскания начинается с открывания клапана и залива воды из водопровода. Поток воды поступает в отдел отсека для средств ополаскивания белья. Этот режим пользователь выбирает по своему усмотрению, он не является необходимым. Свою работу начинает двигатель, передающий вращательные движения на барабан. С этого и начинается полоскание. Его время обуславливается выбранным режимом в начале процесса стирки. В завершении этого процесса вода снова выкачивается из бака. Полоскание осуществляется раз. В конце стекает в сток через шланг, а аппарат переходит к осуществлению дальнейших задач.

Отжим белья

Этот этап является завершающим. Барабан с помощью двигателя начинает свое вращение на большой скорости, вращаясь 1000 и более оборотов в минуту.

Последний процесс можно описать так:

– под действием центробежной силы одежда прижимается к поверхности барабана, при этом вся жидкость из одежды выталкивается;

– вода покидает барабан так же как и поступает: через круглые отверстия бака;

– жидкость остается на дне, откуда её выкачивает помпа в сливной шланг, и вытекает в отвод.

Окончание стирки

После осуществления вышеописанных процессов стиральная машина автомат завершает работу и автоматически выключается. Пользователю необходимо только отключить питание.

**Звуковые сигналы**

Подача звуковых сигналов в стиральной машине происходит в нескольких случаях. Таких как:

- завершение работы стиральной машины;
- при недостаточном количестве воды в системе (менее 54 литров воды в системе);
- при неисправности нагревательного элемента;
- при включении стиральной машины;
- при начале стирки, если дверь не закрыта;
- если не крутится барабан.

В результате рассмотрения характеристик различных типов стиральных машин, была выбрана и разработана оптимальная система стиральной машины на базе микроконтроллера с настройками, реализующими программно. Управление и контроль за данной системой осуществляется с помощью пульта управления.

**Список литературы:**

1. Классификация и функциональные возможности стиральных машин. – URL : <http://www.ремонт.su> (дата обращения 21.09.2022).
2. Преимущества автоматической стиральной машины, особенности обслуживания. – URL : <https://www.santechelit.ru> (дата обращения 27.09.2022).

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛИЦЕЙ В ФОРМЕ АРКИ



DEVELOPMENT OF A MICROPROCESSOR-BASED GREENHOUSE  
CONTROL SYSTEM IN THE FORM OF AN ARCH

**Гончарова А.А.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
goncharik-2002@mail.ru

**Посмитная Л.А.**

старший преподаватель,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье проводится анализ необходимости и принципов создания автоматизированной теплицы в форме арки с реализацией функций управления на базе микроконтроллера. Проведен анализ конструкций теплиц с точки зрения возможности автоматизации. Разработана структура микропроцессорной системы управления теплицей и пульт управления для выбранной конструкции теплицы и перечня функций.

**Ключевые слова:** микропроцессорная система управления, контроллер, автоматизация, теплица, микроклимат.

**Goncharova A.A.**

Student,  
Kuban State University of Technology  
goncharik-2002@mail.ru

**Posmitnaya L.A.**

Senior Lecturer,  
Kuban State University of Technology  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Abstract.** This article analyzes the necessity and principles of creating an automated greenhouse in the form of an arch with the implementation of control functions based on a microcontroller. The analysis of greenhouse designs from the point of view of the possibility of automation is carried out. The structure of the microprocessor control system of the greenhouse and the control panel for the selected greenhouse design and the list of functions have been developed.

**Keywords:** microprocessor control system, controller, automation, greenhouse, microclimate.

Не каждый желающий выращивать зелень и рассаду может позволить себе иметь дачный участок, чтобы заниматься любимым делом. В современном мире тяжело найти время на то, чтобы ухаживать за растениями, постоянно следить за их ростом и развитием. К счастью, существуют автоматизированные теплицы. В такой теплице все процессы по уходу за растениями производятся с помощью средств автоматизации, то есть процесс происходит при совместном участии человека и микроконтроллеров.

Основное отличие «умной» теплицы от обычной в том, что все процессы, обеспечивающие оптимальный рост овощей, происходят при совместной работе человека и средств автоматизации. При строительстве такого сооружения должны выполняться следующие условия:

– контроль за температурой в теплице выполняют специальные датчики. При изменении температуры они передают сигнал о том, что необходимо открыть или закрыть окно;

– для полива растений используется капельная система орошения. С помощью этой системы производят и жидкие подкормки удобрениями.

Автоматика обеспечивает правильные условия для роста саженцев и большую урожайность.

Рассмотрим сначала теплицу, в которой нет автоматизированной системы управления. Зимой температура может сильно колебаться, человеку придётся постоянно наблюдать за её изменениями и предпринимать какие-либо действия для спасения растений. Так как из-за холода и резких перепадов температур может появиться дефицит влаги или же саженец может погибнуть. В жару растения испытывают ещё больший стресс. Человек может открыть окна в теплице, когда воздух в ней нагрелся

уже до больших температур (40 °С), что приводит к резкому падению влажности воздуха. Из-за чего рассада вянет.

Задача же «умной» теплицы – это максимально поддерживать комфортный климатический режим для растений в теплице: влажность, температуру, насыщенность влагой почвы.

Автоматика поможет не только поддерживать оптимальный температурно-влажностный режим, но и предупреждать, используя светодиоды и звуковое устройство, о том, что пора проводить проветривание, включать обогрев или подсветку. С помощью таких систем овощи, фрукты и зелень можно выращивать круглогодично с меньшими трудозатратами.

Рассмотрим особенности конструкций некоторых теплиц.

В теплице в форме арки растения получают максимальное количество солнечного света, для них создаются самые оптимальные условия для роста. В качестве укрывного материала чаще всего используется поликарбонат. Он легко гнется и имеет хорошую пропускную способность для солнечных лучей. К плюсам относятся следующие характеристики:

- каркас легко собирается самостоятельно, теплицу в сборе можно легко перенести на новое место;
- солнечный свет свободно проникает ко всем растениям, в зимнее время снег не скапливается на поверхности, а легко скатывается вниз;
- возможность выращивания высокорослых растений;
- можно легко установить автоматические системы полива и вентиляции.

Недостатков гораздо меньше, а именно:

- неудобно крепить полки вдоль стен;
- конструкцию необходимо закрепить, так как при порывах ветра она может быть опрокинута и снесена.

Для сооружений в виде домика можно применять любой укрывной материал: стекло, поликарбонат или полиэтиленовую пленку.

Высота теплицы позволяет выращивать высокорослые томаты на всей площади, солнечные лучи свободно проникают сквозь укрывной материал. Конструкция конька крыши позволяет свободно скатываться дождевым потокам, не накапливаясь и не прогибая поверхность. Да и зимой снег также будет легко скатываться вниз, а через освобожденную от снега поверхность крыши зимние солнечные лучи будут нагревать воздух внутри.

Сначала о преимуществах:

- простота изготовления конструкции своими руками;
- внутри можно легко установить полочки, стеллажи для инвентаря и автоматики для обслуживания;
- для изготовления сооружения есть большой выбор материала;
- для проветривания можно устанавливать форточки на разных уровнях, при этом не образуется сквозняк.

Ну и у любой конструкции есть свои недостатки:

- на изготовление каркаса потребуется много времени и материала;
- само сооружение достаточно тяжелое;
- если используется поликарбонат в качестве укрывного материала, то его придется резать на куски. Это увеличит количество соединительных стыков и вероятность негерметичности.

Также существует закрытый тип теплиц. Например, структура и техническая реализация автоматической системы полива и поддержания микроклимата на основе микроконтроллера, а также особенности конструкции представлены в статьях [1–2].

На основе проведенного анализа конструкций теплиц и возможности автоматизированного управления была выбрана теплица в форме арки. Предлагается реализация автоматизированной системы, представленная на рисунке 1.

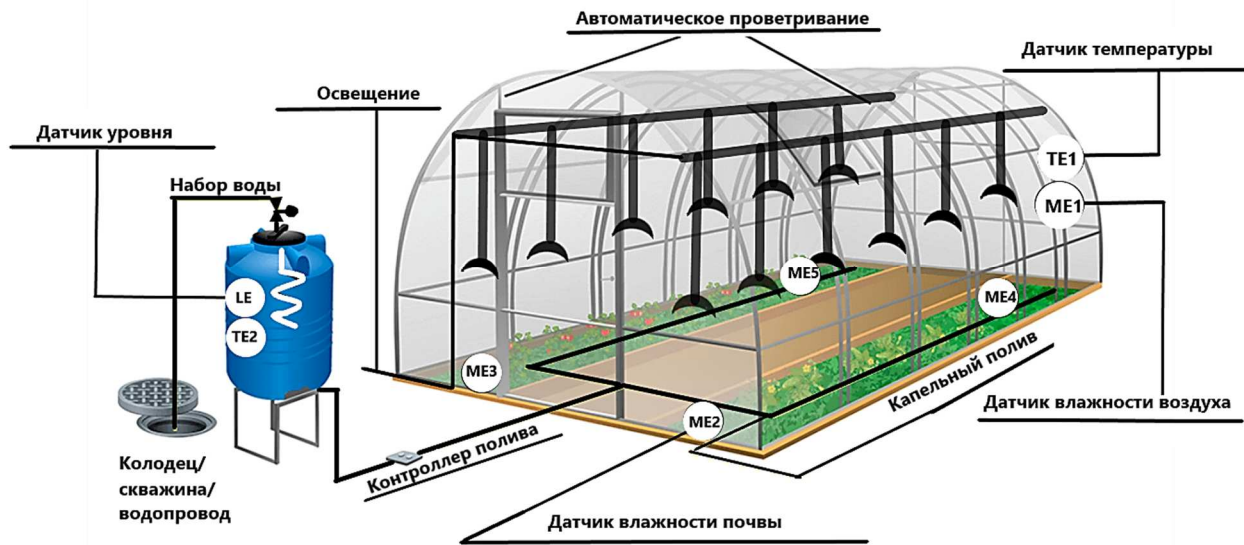


Рисунок 1 – Схема теплицы с автоматизированной системой управления

В теплице будут размещены:

- датчик температуры;
- датчик влажности воздуха;
- по 2 датчика влажности почвы на каждую грядку;
- лампы для освещения;
- лампы для нагревания воздуха;
- окно с двигателем для дистанционного открытия и закрытия;
- шланги с капельным поливом.

За теплицей будет находиться бак с водой. Бак будет сделан по принципу термоса, чтобы вода дольше была нужной температуры (22 °С). В баке будут датчик температуры, датчик уровня воды, кран с насосом для подачи в бак воды и ТЭН.

Для управления теплицей на базе микроконтроллера разработан пульт управления, представленный на рисунке 2.

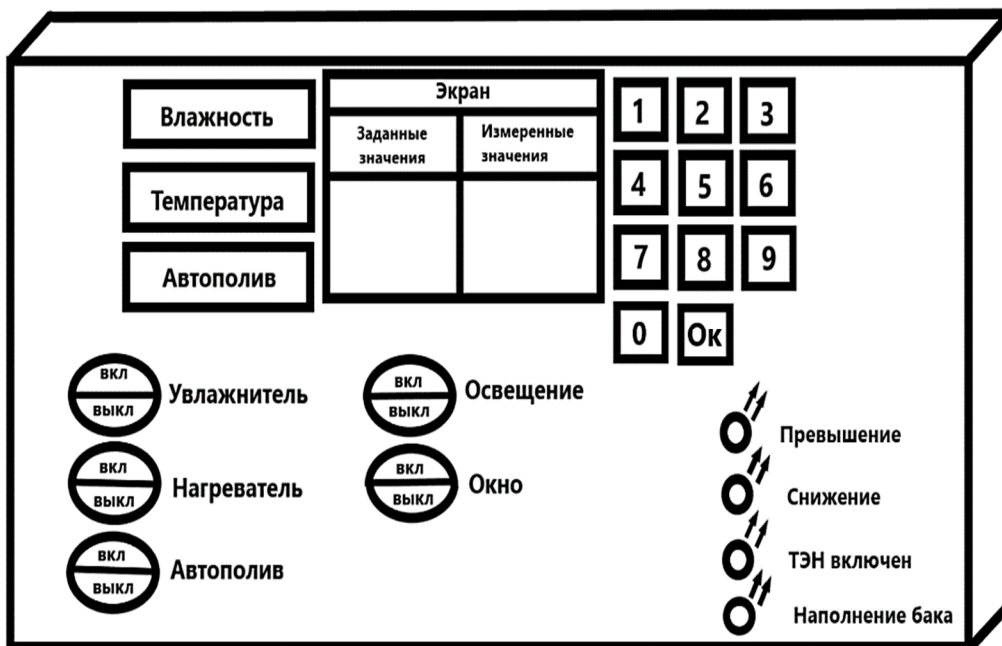


Рисунок 2 – Пульт управления



Рассмотрим элементы пульта управления и работы теплицы.

Кнопки:

- 10 цифр (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) для ввода значений температуры, влажности воздуха, влажности почвы, автополива;
- кнопка «Ок» для завершения ввода значений;
- 3 кнопки для изменения параметра («влажность», «температура», «автополив»);
- кнопка включения и отключения нагревательных ламп;
- кнопка включения и отключения увлажнителя;
- кнопка включения и отключения автополива;
- кнопка включения и отключения освещения.

На экране будут отображаться заданные и измеренные значения температуры, влажности и автополива.

Светодиоды:

- превышение (при температуре 26 °С; при влажности воздуха 75 %; при влажности почвы 63 %);
- снижение (при температуре 16 °С; при влажности воздуха 65 %; при влажности почвы 57 %).

Звуковое устройство:

- превышение (при температуре 28 °С; при влажности воздуха 80 %; при влажности почвы 65 %);
- снижение (при температуре 14 °С; при влажности воздуха 60 %; при влажности почвы 55 %).

Структурная схема всей системы представлена на рисунке 3.

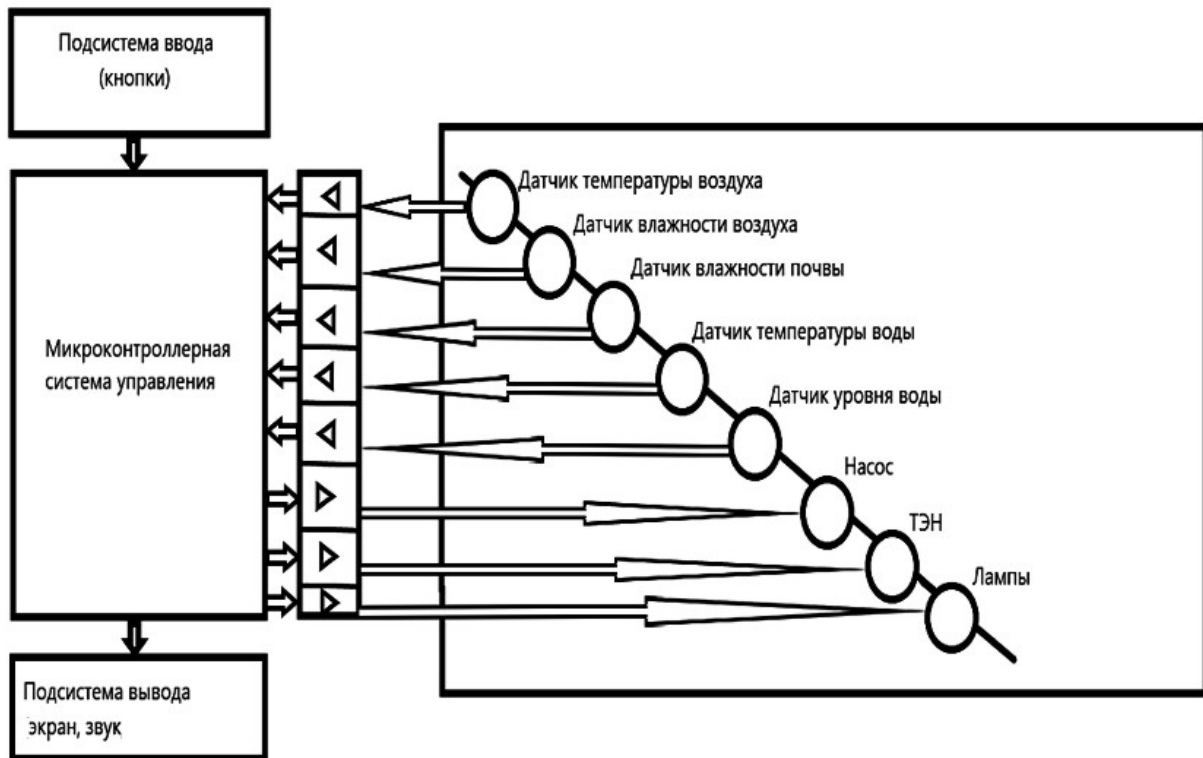


Рисунок 3 – Структурная схема микроконтроллерной системы управления

Данная система реализует следующие функции:

1. Автоматическое проветривание. В теплицах очень быстро возникает парниковый эффект из-за того, что внутрь попадают солнечные лучи, воздух нагревается до высоких температур, которые опасны для жизнедеятельности растений. Проветривание обеспечивает предотвращение распространения болезней и вредителей, обеспечивает большую урожайность. Также хорошая автоматическая система вентиляции

позволяет поддерживать режим влажности воздуха, температурный режим, гарантирует стабильный микроклимат и, конечно, главная её задача – это снижение количества плесени, гнилостных образований.

Для правильного проветривания форточки необходимо располагать в крыше и в одной из стен теплицы, это нужно для того, чтобы не было сквозняков. Свежий воздух поступает через открытую дверь (форточку в стене), а горячий воздух будет выходить через форточки в крыше (расположение форточек показано на рис. 1).

2. Температура. Из вышеописанного следует, что температурный режим очень важен для растений. Чтобы саженцы могли давать урожай круглогодично, необходимо постоянно поддерживать необходимую для их жизнедеятельности температуру. Датчик температуры облегчит данную задачу. Он будет передавать измеренные значения на пульт управления (рис. 2), который будет оповещать о превышении и снижении допустимых значений с помощью светодиодов и звуковых устройств.

3. Влажность почвы и воздуха. Необходимо постоянное измерение влажности как грунта, так и воздуха. Сильные колебания этого параметра могут привести к гибели растения или к плохой урожайности. Переизбыток влажности приводит к болезни тепличных растений. Существует порог этого значения, отслеживать который поможет датчик влажности. К счастью, современный рынок предлагает самые разные модели влагомеров, которые способны задавать и верхний, и нижний пороги относительной влажности в закрытом грунте и в воздухе. При превышении верхнего значения и при снижении нижнего подаётся сигнал на пульт управления (рис. 2), и загорается соответствующий светодиод. Также предусмотрено звуковое устройство, если верхнее и нижнее значения будут сильно отклонены.

4. Освещение. Растениям на всех стадиях жизни необходим свет, так как процессы их жизнедеятельности (такие как фотосинтез) могут проходить только при достаточном освещении. Существуют устройства, которые активизируют процесс фотосинтеза и создают благоприятный климат для развития растительности при искусственном освещении, они называются фитолампами. Они способны заменить саженцам естественный свет. С помощью пульта управления можно будет включать освещение тогда, когда это потребуется.

Также целесообразно использовать лампы-обогреватели. Они излучают тепло, которое поможет поддерживать благоприятную температуру для растений круглый год. Обогревательные лампы на рисунке 2 чередуются с лампами, предназначенными для освещения. На пульте управления (рис. 2) есть кнопка включения нагревателя воздуха.

5. Автополив. На полив растений уходит много человеческих сил времени. Чтобы облегчить эту задачу, необходимо организовать систему автоматического полива. Для этого рядом с теплицей надо установить бак для хранения воды (лучше выбирать бак, который сможет сохранять температуру воды на одном уровне долгое время). К баку необходимо от водопровода или скважины провести шланг с насосом, для наполнения его водой. От него проводим в теплицу шланг для капельного полива. Бак для хранения воды располагают на высоте не менее 1,8 метров над землёй, чтобы не устанавливать дополнительные насосы, так вода под давлением сама будет поступать в теплицу. На шланге, который идёт к теплице, устанавливаем контроллер полива, который будет перекрывать и открывать шланг (рис. 1).

В самом баке необходимо установить датчик температуры и ТЭН, так как растения нельзя поливать слишком холодной водой, оптимальной температурой является 22 °С. Также нужен и датчик уровня жидкости.

При включении автополива проверяется уровень воды (если воды недостаточно включается насос). После этого идёт проверка температуры. Если температура воды 22 °С, то начинается полив, если же меньше 22 °С, то вода нагревается до этого значения, и начинается полив.

Таким образом, по результатам анализа была разработана микропроцессорная система автоматизированной теплицы в форме арки, включающей в себя систему автополива, обогреватели, освещение, датчики температуры, влажности воздуха и влажности почвы и систему автоматического проветривания. Контроль за данной системой осуществляется с помощью пульта управления.

**Список литературы:**

1. Николаев О.В. О способе конструктивного исполнения модуля автоматизированной закрытой теплицы «hexagon» / О.В. Николаев, Л.А. Посмитная // Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ имени А.К. Серова, 2019. – С. 478–481.
2. Николаев О.В. Структура и техническая реализация автоматической системы полива и поддержания микроклимата в «hexagon» на основе микроконтроллера / О.В. Николаев, Л.А. Посмитная // Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ имени А.К. Серова, 2019. – С. 476–478.
3. Постройка умной теплицы своими руками. – URL : <https://future2day.ru> (дата обращения 26.09.2022).
4. Программа автоматизированного управления микроклиматом внутри модульных теплиц типа grow-box / О.В. Николаев, Л.А. Посмитная, Н.С. Колесник, А.А. Каськов // Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № RUS 2019614674 от 01.04.2019 г.
5. Умная теплица: принцип автоматики и организация системы своими руками. – URL : <http://teplicno.ru> (дата обращения 20.09.2022).

УДК 681.5

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ  
В ТЕРРАРИУМЕ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА**



**FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED MICROCLIMATE  
CONTROL SYSTEM IN A TERRARIUM BASED ON A MICROCONTROLLER**

**Иванников М.В.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
vebenem@list.ru

**Посмитная Л.А.**

старший преподаватель,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье проводится анализ необходимости и принципов создания автоматизированной системы контроля микроклимата в террариуме с реализацией функций управления на базе микроконтроллера. Проведен анализ конструкции террариума с точки зрения возможности автоматизации. Разработаны структура микропроцессорной системы управления микроклиматом в замкнутой структуре и система управления для выбранной конструкции и перечня функций.

**Ключевые слова:** микропроцессорная система управления, контроллер, автоматизация, микроклимат, террариум.

**Ivannikov M.V.**

Student,  
Kuban State University of Technology  
vebenem@list.ru

**Posmitnaya L.A.**

Senior Lecturer,  
Kuban State University of Technology  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Abstract.** This article analyzes the necessity and principles of creating an automated microclimate control system in a terrarium with the implementation of control functions based on a microcontroller. The analysis of the terrarium design from the point of view of the possibility of automation is carried out. The structure of a microprocessor-based microclimate control system in a closed structure and a control system for the selected design and list of functions have been developed.

**Keywords:** microprocessor control system, controller, automation, microclimate, terrarium.

**В** наше время многие люди увлекаются террариумикой. Для содержания питомцев в террариумах необходимо настроить и поддерживать определенный микроклимат, например: освещенность, влажность воздуха, температуру. На помощь приходит развитие технологий автоматизации контроля микроклимата на базе микропроцессорных систем. Такие террариумы востребованы в связи с облегчением поддержания необходимых параметров микроклимата для конкретных видов пресмыкающихся.

При проектировании системы осуществляется выбор как типов оборудования, так и контроллера и датчиков влажности, освещения, температуры, что производится с учетом характерных особенностей содержания каждого вида пресмыкающихся [1]. Например, для маисового полоза необходимо соблюдать разный температурный режим в разных углах террариума, этот вид змей неприхотлив к влажности. Молодых особей можно содержать в мини террариумах 30 × 30 × 30 см. Взрослых же нужно поместить в террариум размером 60 × 45 × 30 см. Среди требований по содержанию можно отнести несколько важных пунктов:

- разделение террариума на холодную зону с температурой 21–24 °С и теплую с прогревом до 28–30 °С;
- укрытие для комфортного пребывания в террариуме;
- правильный субстрат;
- выверенное питание.

Рассмотрим еще один вид чешуйчатых бородатую агаму одну из самых дружелюбных, ручных рептилий. Для данного вида ящериц необходимо подготовить терра-

риум длиной минимум 90 см. Также рептилия сильно привязана к получению витамина D3. Без него будет плохо усваиваться кальций и могут возникнуть заболевания. Для решения данной проблемы можно установить ультрафиолетовую лампу и использовать подкормку в виде комплексом витаминов и кальция. Стоит учесть, что у бородатой агамы, как и у маисовых полозов должен быть теплый угол с поддержанием температуры до 40 °С и холодный угол 23–24 °С. Есть еще несколько простых требований по содержанию:

- правильный субстрат;
- создание укрытия. Лучше всего в обеих сторонах террариума;
- специальное место для линьки.

В зависимости от сложности поддержания микроклимата для различных видов пресмыкающихся стоимость сбора системы автоматического регулирования будет иметь большой разброс в цене.

Вопросы организации системы управления световым днем для агрокультур на базе микроконтроллера решалась в статьях [2, 3] и результат представлен работой [4].

Для реализации вышеперечисленных требований, например, для маисового полоза, может быть установлена микропроцессорная система регулирования, обеспечивающая оповещение световым сигналом (светодиодом) о критическом уровне влажности воздуха, автоматическую систему регулирования температуры, управление освещением и возможность дистанционного включения дополнительного проветривания террариума. Внешний вид террариума приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид террариума

В состав микропроцессорного устройства (МПУ) (рис. 2) для данной системы будут входить:

- АТmega8;
- датчик температуры DS18B20;
- датчик влажности DHT11;
- теплоковрик;
- модуль реального времени RTC DS130;
- wi-fi модуль ESP8266;
- кулер;
- лампа накаливания.

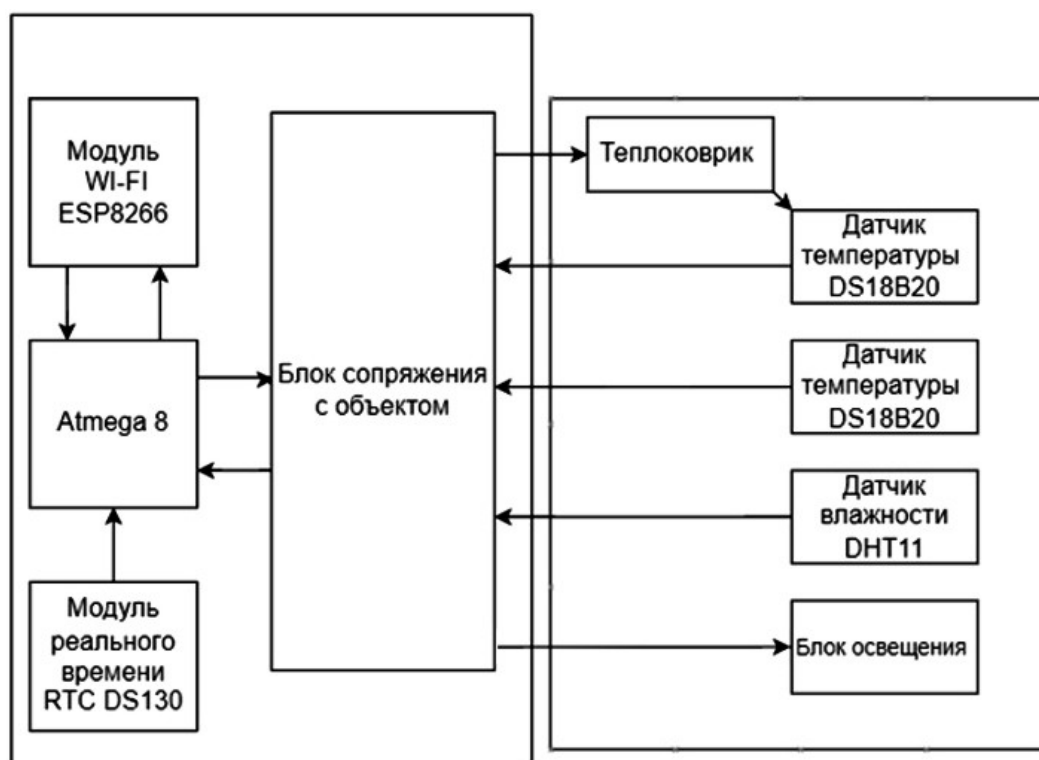


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления

На рисунке 3 показано размещение необходимых датчиков и управляемого оборудования.

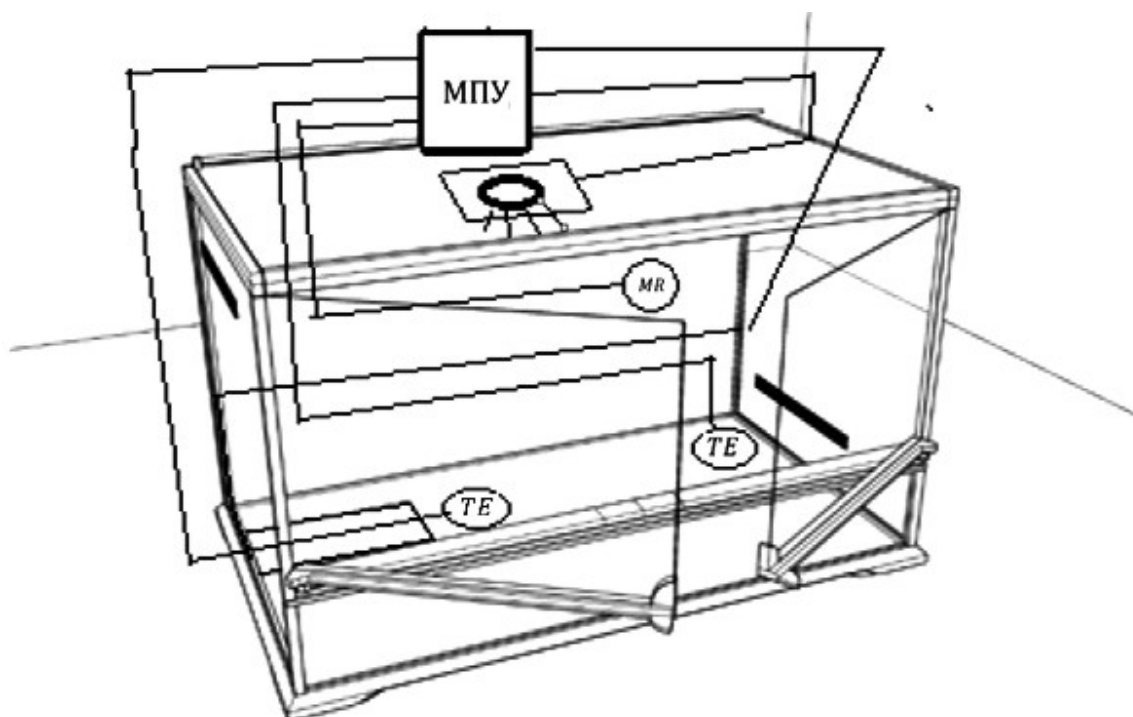


Рисунок 3 – Размещение датчиков в террариуме

Для качественного поддержания микроклимата целесообразно создать два режима работы: день, ночь. Для считывания и занесения данных о температуре, влажности и степени освещенности будет использоваться модуль ESP8266.

Режим «день» подразумевает время работы с 7.00–21.00 с постоянным поддержанием температуры теплового угла 34 °С и освещения 70 %, а режим «ночь» время работы с 21.00–7.00 с контролем температуры холодного угла с освещенностью от 0–10 %.

При подаче питания первым делом проверяется режим работы. После этого производится сверка с датчиками. Так же есть светодиод, показывающий, что на МК поступает напряжение.

Если выявляется отклонение от заданного значения влажности, то система подаст сигнал на светодиод, информируя нас о критическом уровне влажности в террариуме.

Если температура в теплом углу будет ниже заданной, то включается теплоковрик и температура поднимается до заданного значения.

Так же есть возможность дистанционно регулировать интенсивность освещения.

Ниже (рис. 4) представлена принципиальная электрическая схема управляющего устройства собранная в «Proteus».

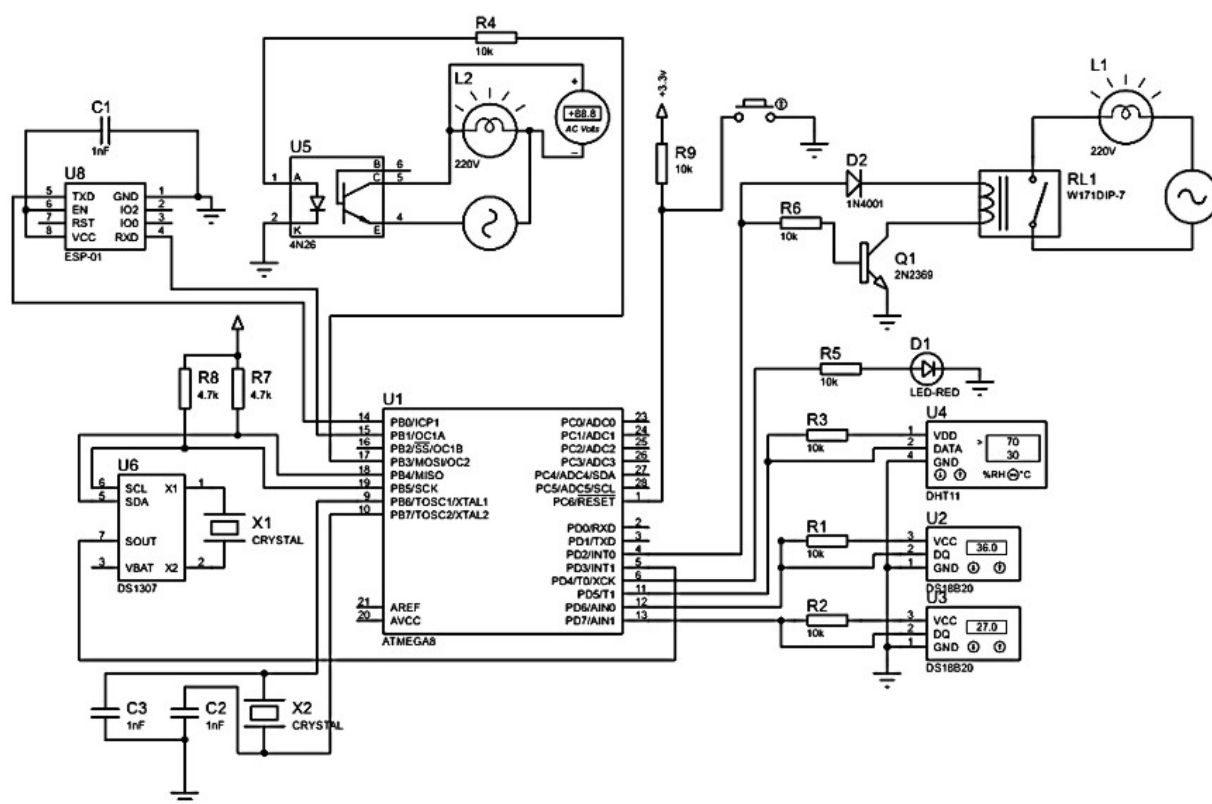


Рисунок 4 – Принципиальная электрическая схема системы

На рисунке 5 приведена графическая схема передачи данных через всемирную сеть.

Данная разработка позволит облегчить уход за экзотическими питомцами с учетом развития технологий автоматических систем контроля и регулирования. Благодаря системе значительно упрощается контроль за микроклиматом террариума. Контролировать температуру, влажность и управлять ими посредством удаленного доступа с помощью модуля wi-fi. В зависимости от сложности поддержания определенного микроклимата принцип модульности позволит гибко изменять структуру схемы с целью оптимального использования аппаратного обеспечения.

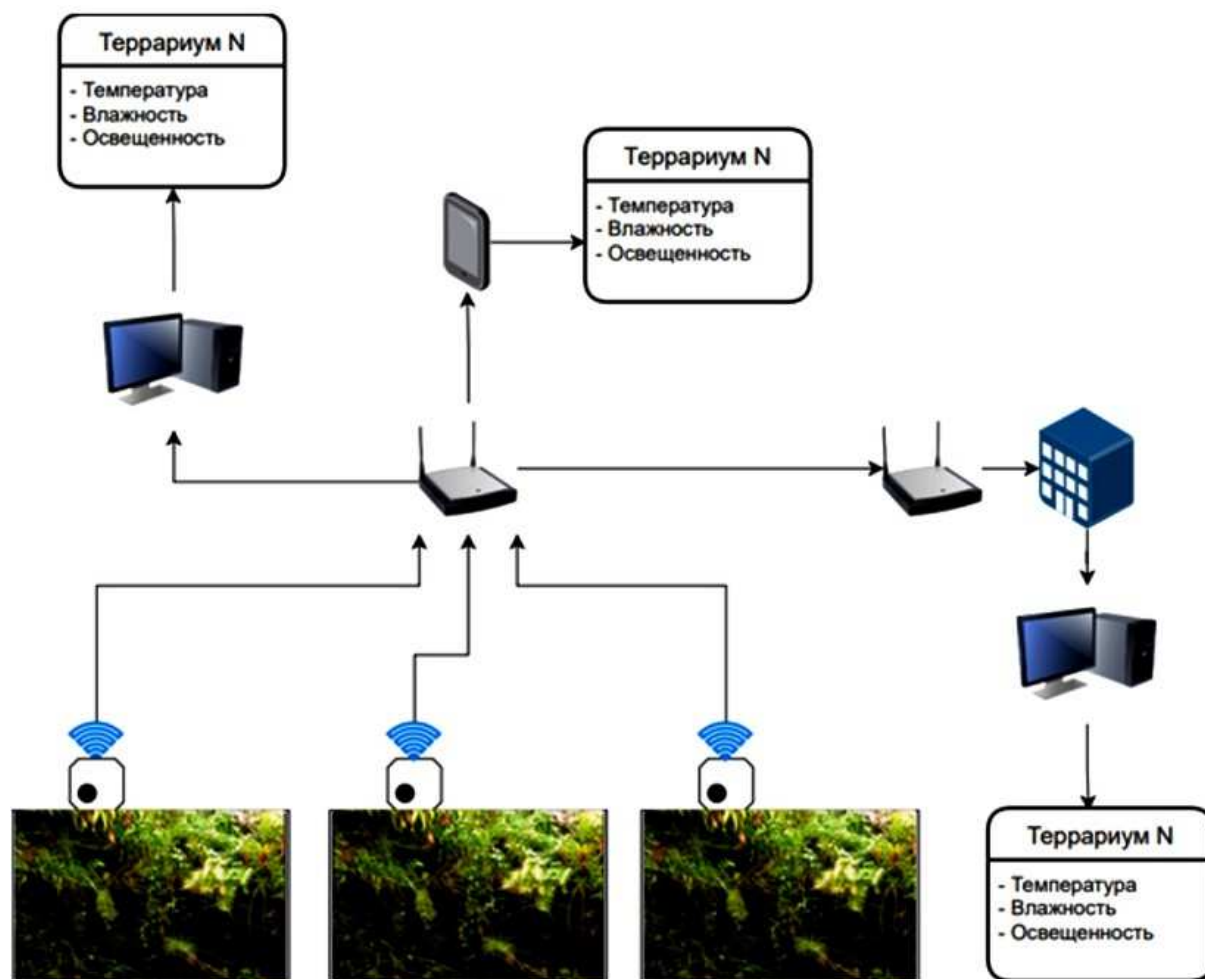


Рисунок 5 – Графическая схема передачи данных через сеть

### Список литературы:

1. Как правильно подобрать террариум и аксессуары / Интернет-магазин «Panteric». – URL : <https://panteric.ru/stati/kak-pravilno-podobrat-terrarium-i-aksessuary> (дата обращения 15.09.2022).
2. Каськов А.А. Особенности микропроцессорной системы имитации светового дня в процессе освещения агрокультур / А.А. Каськов, Л.А. Посмитная, А.А. Голиков // Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ им. А.К. Серова, 2019. – С. 468–471.
3. Колесник Н.С. Разработка пользовательского интерфейса для автоматизированных теплиц вертикального типа / Н.С. Колесник, Л.А. Посмитная // Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ им. А.К. Серова, 2019. – С. 473–475.
4. Программа автоматизированного управления системой имитации светового дня в процессе освещения агрокультур / А.А. Каськов, Л.А. Посмитная, А.А. Голиков, А.Н. Гетманов // Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № RU 2019617835 от 20.06.2019.



РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПТИЦЕФЕРМОЙ



DEVELOPMENT OF A MICROPROCESSOR-BASED  
POULTRY FARM MANAGEMENT SYSTEM

**Ковтун М.С.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
kowtun.misha2012@yandex.ru

**Посмитная Л.А.**

старший преподаватель,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Аннотация.** В статье дан обзор существующих микропроцессорных систем управления птицефермой, а также предложен вариант её самостоятельной реализации в условиях личного подсобного хозяйства. Разработана структура микропроцессорной системы управления (МСУ), управляющей кормушкой, поилкой и ленточным транспортером.

**Ключевые слова:** микропроцессорная система управления, автоматизация, птицеферма, кормление, поение, подсчёт яиц.

**Kovtun M.S.**

Student,  
Kuban State University of Technology  
kowtun.misha2012@yandex.ru

**Posmitnaya L.A.**

Senior Lecturer,  
Kuban State University of Technology  
posmitnaya\_la@mail.ru

**Abstract.** The article provides an overview of the existing microprocessor-based poultry farm management systems, as well as a variant of its independent implementation in the conditions of a personal subsidiary farm. The structure of the microprocessor control system (MCU) controlling the feeder, drinker and belt conveyor has been developed.

**Keywords:** microprocessor control system, automation, poultry farm, automation, feeding, watering, egg counting.

С развитием технологий всё большее значение приобретает автоматизация производства, в частности птицеводства. В Российской Федерации были организованы на промышленной основе животноводческие, звероводческие комплексы, птицефабрики и различные тепличные комбинаты. Благодаря внедрению передовых технологий на предприятиях в северных широтах нашей страны выращивают цветы, овощи, фрукты, которые никогда бы там не прижились, на протяжении всего календарного года. Практически во всех тепличных хозяйствах России установлены автоматизированные системы полива. На животноводческих предприятиях доение, кормление и раздача корма, первичная переработка молока проводятся с применением различных автоматических устройств. Должны быть полностью автоматизированы и такие процессы, как водоснабжение, система вентиляции и отопления, это значительно сокращает процент испорченной сельскохозяйственной продукции. Особенно показателен пример комплексной автоматизации производства на современных птицефабриках [3]. С помощью автоматизированной системы освещения искусственно увеличивают продолжительность светового дня. В разные времена года система обеспечивает комфортную среду обитания. Птица питается из автоматизированных кормушек. В России имеется несколько птицефабрик, где практикуется полная автоматизация производства. Переход предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции на комплексную автоматизацию и механизацию позволит освободить человека от тяжёлого физического труда, а также повысить качество продукции и сократить издержки.

На текущий день в области автоматизации птицеферм имеется множество готовых решений от ведущих иностранных производителей.

Примером является система менеджмента на основе сетевых технологий, обеспечивающих системное управление производством Amacs фирмы Big Dutchman, предназначенная для управления производством яиц [3]. Данная система позволяет осуществлять центральный мониторинг и удалённое управление всеми процессами в птичниках независимо от места их нахождения посредством интернет-технологий,

смартфона или планшетного компьютера. Система может использоваться как в малых, так и больших птичниках. Модульный принцип построения позволяет оптимально адаптировать ее к ситуации на конкретном предприятии. Система позволяет непрерывно вести процесс сбора данных, осуществлять управление и наблюдение за производственными процессами в птичниках традиционного и альтернативного типов содержания несушек либо на всем птицеводческом комплексе.

Дополнительными преимуществами данной системы являются визуализация всех данных и статистики посредством графического отображения, а также прямая трансляция практически на любой компьютер через локальную сеть или через интернет текущего изображения непосредственно из птичника посредством системы видеонаблюдения [3]. В комплекс функциональных возможностей системы входит также и система оповещения о срабатывании сигнала тревоги посредством передачи сообщений на средства мобильной связи (телефон, смартфон, планшетный компьютер). В зависимости от требований к типу информации мониторинг и управление могут проводиться по четырем функциональным группам каждого птичника: микроклимат, производство, сбор яйца и сушка помета.

Функциональная группа «Микроклимат» позволяет установить в птичнике необходимые параметры микроклимата. Предусмотрено управление всеми системами вентиляции (от поперечной до тоннельной), охлаждения и отопления.

Функциональная группа «Производство» включает в себя комплексный менеджмент, в который входит управление кормлением, освещением, расходом воды и сигналом тревоги. Обеспечение птиц кормом в соответствии с их возрастом и яйценоскостью является решающим фактором в вопросе экономии корма. Система позволяет в любое время рассчитать его расход на одну особь в день. Свободно программируемая система кормления позволяет регулировать процесс потребления корма автоматически или вручную. Расход корма рассчитывается с помощью взвешивания бункера или корма, выгружаемого из него. Данные передаются поставщику корма, который в зависимости от ситуации принимает решение о необходимости поставки кормов. Система ведет автоматический учет количества поставок корма. Функциональная группа «Производство» управляет также и водоснабжением, освещением, гнездами и выгулом. Оптимальное обеспечение птицы водой – залог высокой яйценоскости. На основе показаний нескольких электронных счетчиков учитывается общий расход воды в литрах либо суточный расход воды в миллилитрах на одну несушку. Потребление воды регулируется таймером, а расход воды может рассчитываться как поярусно, так и на каждый ряд – в зависимости от типа системы поения. Правильно отрегулированное освещение оказывает значительное влияние на поведение птицы, яйценоскость, качество яйца и конверсию корма. Свободно программируемые таймеры, функция симуляции рассвета и наступления сумерек позволяют реализовать в птичнике любой режим освещения. Пособством датчика освещения осуществляется активное (фактическое) управление режимом освещения. Еще одним плюсом является так называемое контрольное освещение. Это значит, что вовремя обхода освещение увеличивается на определенное время, после чего снова автоматически приглушается. При альтернативном содержании несушек система Amacs осуществляет и управление открытием/закрытием гнезд для кладки, выгулов и откидных решеток.

Функциональная группа «Сбор яйца» управляет работой систем сбора и учета яиц. Счетчик яиц ведет автоматический учет количества снесенных несушками яиц, сохраняя данную информацию в базе данных для составления протоколов и графиков. Сравнение с заданными в системе (с учетом кросса и возраста птицы) значениями позволяет установить оптимален ли уровень яйценоскости. Стандартная программа оптимизирует сбор яйца с продольного транспортера. Скорость движения лент может устанавливаться вручную, автоматически (функция «Яиц/ч») либо в сочетании с системой Digital EggFlow. Дополнительные датчики позволяют проследить за ходом процесса сбора яйца продольными транспортерами. Сразу можно увидеть, где и сколько яиц снесено. При этом прямо отслеживается и отмечается цветом, достигнуто ли ожидаемое количество яиц. Ещё одна разработка компании Big Dutchman International GmbH – это система EggCam для подсчета яиц с интегрированным опознаванием их массы и регистрацией параметров качества яиц (загрязненность скорлупы) с помощью видео датчика. Быстрая и объективная регистрация этой информации сегодня необходима

для оптимальной организации хозяйства. Благодаря регистрации массы яиц система EggCam позволяет определить массу произведенной продукции уже при сборе яиц. При отклонении от целевых параметров можно быстро внести соответствующие коррективы. Опознавание грязных яиц и яиц с поврежденной скорлупой позволяет определять проблемные зоны в отдельных участках птичника и предварительно сортировать яйца.

Функциональная группа «Сушка помета» управляет работой подмешивающего вентилятора, теплообменника либо центробежного вентилятора. При необходимости предусмотрена возможность управления и автоматическими фильтрами. В одном корпусе могут работать до восьми подмешивающих вентиляторов. Прямое ручное управление через интерфейс ПК также возможно, как и почти для всех приводов, управляемых системой Amacs. Кроме того, с помощью группы «Сушка помета» можно управлять обеими ленточными сушилками OptiSec или OptiPlate. Для этого поставляется отдельный базовый узел в отдельном распределительном шкафу. Производственные данные выводятся напрямую на сенсорный дисплей. Сбой в подаче питания, отклонения от нормы в температурном режиме, в параметрах расхода воды и корма наряду с уменьшением объема корма в бункере ниже минимальной отметки являются серьезными причинами для срабатывания сигнала тревоги. Система Amacs передает всю информацию о нарушениях в работе оборудования посредством электронной почты на мобильную связь. Параллельно с возможностью передачи аварийного сигнала предусмотрена автономно работающая система аварийной сигнализации. Хронологическая статистика событий, выступающая одновременно в роли производственного журнала, позволяет выявить и отследить часто повторяющиеся сбои в работе оборудования. Фильтры событий позволяют сузить поиск до целенаправленной выборки, например, проблем производственного характера либо сбоев в работе системы микроклимата.

Также особенно показателен пример автоматизации современных инкубаторов – это высокопроизводительные сельскохозяйственные машины с автоматической регулировкой температурного и влажностного режимов, воздухообмена и периодического изменения наклонов лотков с яйцами.

Все инкубаторы, различаясь конструкцией, имеют похожий принцип работы. Они имеют термостатный корпус, который создает объем камеры для размещения лотков с яйцами. В них обеспечивается автоматическая система отопления, воздухообмена, поддержания влажности воздуха, изменение наклона лотка с яйцами (повороты). В выводных инкубаторах повороты не предусмотрены технологией. Температурный режим в них обеспечивается электронагревателями (ТЭНами), увлажнение – специальными распылителями, форсунками. Предусмотрена и система автоматизированных измерительных приборов. О происходящих отклонениях от заданных параметров обслуживающий персонал оповещает звуковая или световая сигнализация. Особенности систем управления инкубатором на базе микроконтроллера рассмотрена в статье [4].

Таким образом, описанные системы позволяют управлять практически всеми аспектами, связанными с содержанием птицы. Однако зачастую такие системы оказываются дорогостоящими и обладают излишне широким функционалом, особенно в условиях личного подсобного хозяйства. Например, такая функциональная возможность, как отправка информации о расходе корма поставщику через интернет не обязательна, ввиду возможного отсутствия доступа к сети или поставщика как такового. Самостоятельно реализовать в своём личном подсобном хозяйстве автоматизированную систему по содержанию птицы с учётом своих предпочтений непросто, но в этом есть ряд преимуществ:

- 1) можно самостоятельно разобраться в принципах функционирования микропроцессорных систем управления, их программировании, разработке схемотехнических решений и др.;
- 2) можно расширить свой кругозор в области требований, предъявляемых к условиям содержания птицы;
- 3) датчики и другое оборудование, приобретённые с учётом своих личных нужд, окажутся дешевле и не требуют для своей установки и настройки специально обученных специалистов;
- 4) при положительном результате работ вы получите систему, которая потенциально сможет окупиться и приносить доход.

Предложенный в этой статье вариант микропроцессорной системы управления (МСУ) птицефермой позволяет автоматизировать раздачу корма и воды и сбор яиц с их подсчётом.

Схема технологического процесса по содержанию птицы проиллюстрирована на рисунке 1.

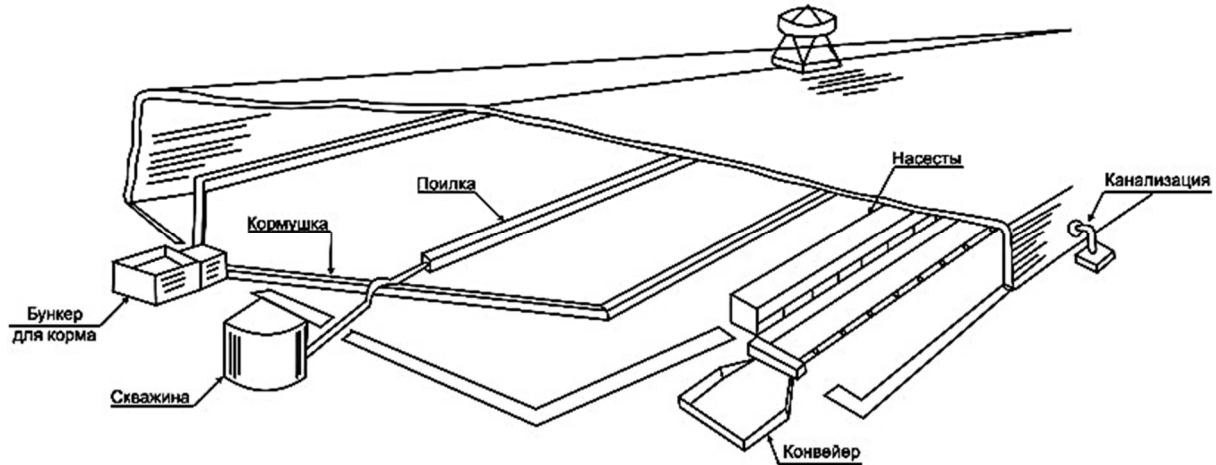


Рисунок 1 – Схема технологического процесса по содержанию птицы

Структурная схема МСУ показана на рисунке 2.

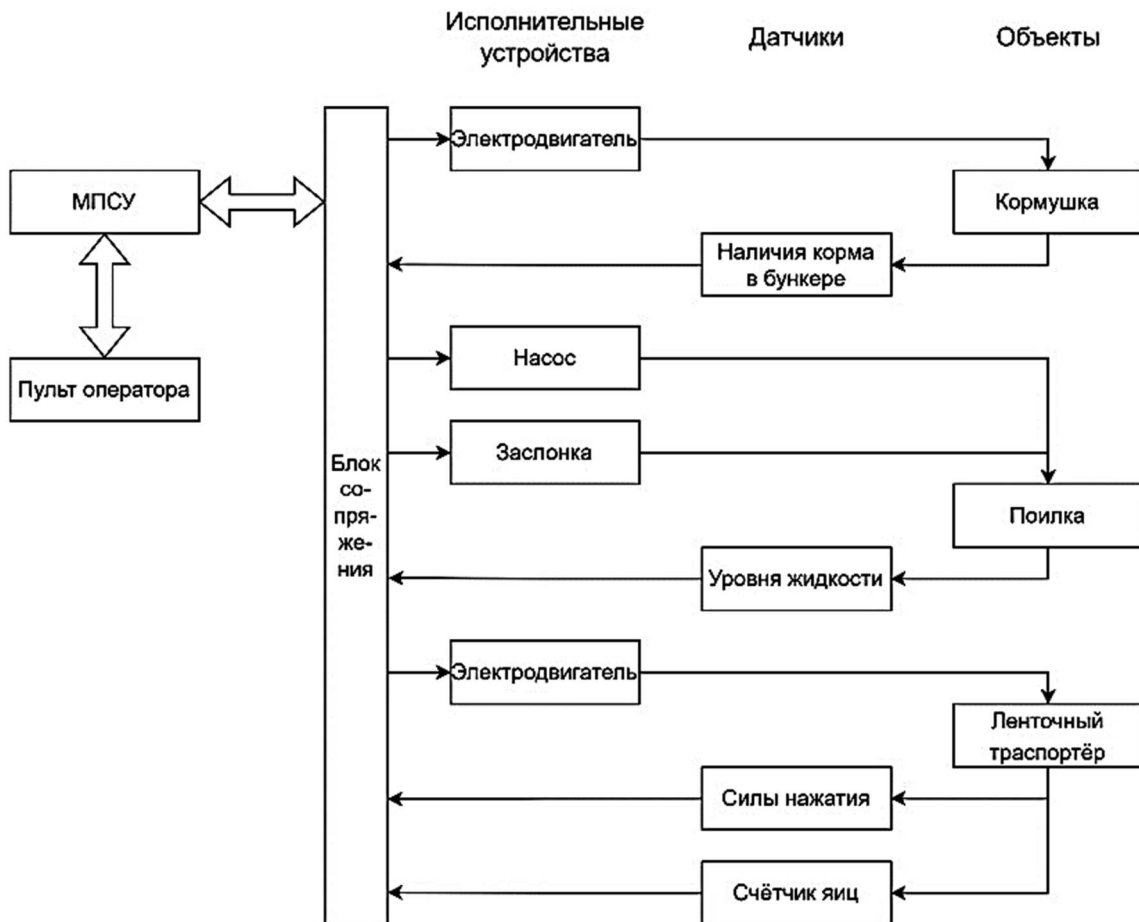


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления

Текущий уровень корма в бункере МСУ получает от соответствующего датчика в нём. Емкость бункеров-дозаторов рассчитывается на одну раздачу корма. Если коли-

чество корма достаточно, то микропроцессорное устройство (МПУ) включает электродвигатель, протягивающий цепь с кормом по периметру кормушек, иначе – выдаёт предупреждение на пульт оператора. Оператор вручную настраивает временные интервалы между включениями электродвигателя исходя из зоотехнических требований. Датчик, установленный на бункере-дозаторе, отключает транспортер после его наполнения. Таким образом, начало процесса кормления запускается таймером, а его остановка – датчиком.

Данные об уровне воды в поилке МСУ также получает от датчика. Если он оказывается ниже минимального, то включается вибрационный насос в скважине, накачивающий воду до требуемого уровня. С настраиваемой периодичностью МСУ открывает заслонку, обеспечивающую полный слив воды, а затем заново наполняет поилку, тем самым обеспечивая чистоту воды.

Когда количество яиц на ленточном транспортёре превышает допустимое, то МСУ, опросив датчик силы нажатия, выдаёт предупреждение на пульт оператора. Оператор посредством включения и настройки скорости транспортёра энкодером, приводит ленту в движение. Яйца, проходя под датчиками приближения автоматически подсчитываются, и их количество выводится на пульт оператора.

Схема автоматизированной птицефермы проиллюстрирована на рисунке 3.

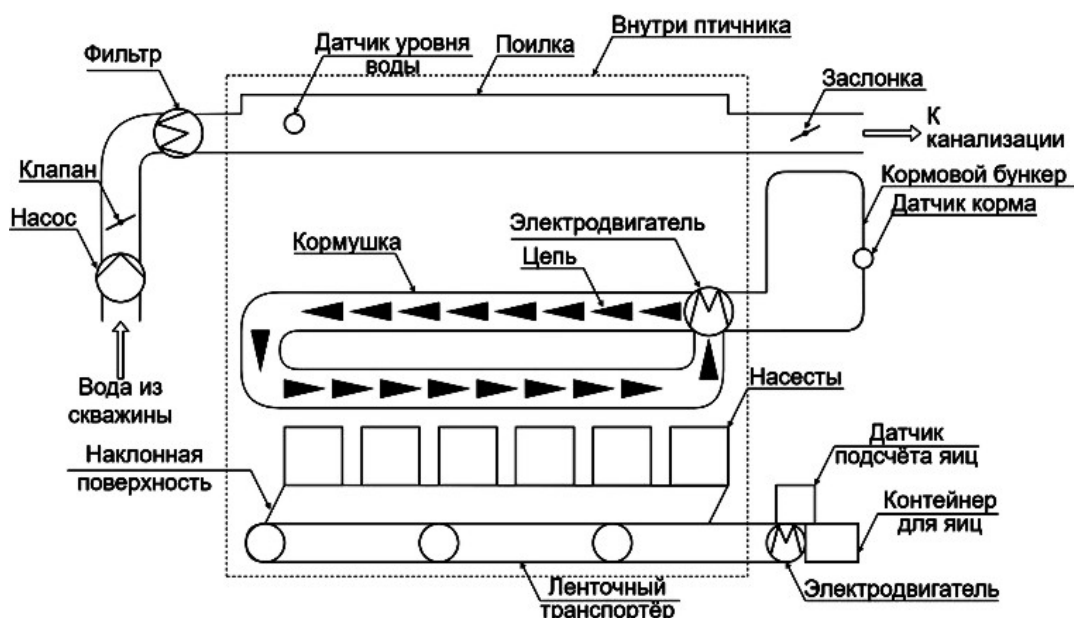


Рисунок 3 – Схема автоматизированной птицефермы

Таким образом, реализованная микропроцессорная система управления птицефермой позволяет наиболее просто и выгодно с экономической точки зрения реализовать принципы автоматизированного управления и обеспечить основные требования по содержанию птицы в условиях личного подсобного хозяйства.

#### Список литературы:

1. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Н.М. Недилько. – М. : Агропромиздат, 1986. – 368 с.
2. Инкубаторы / Сост. А.Ф. Зипер; Худож. Н.Н. Колесниченко. – М. : ООО «Издательство АСТ», 2003. – 110 с.
3. Механизация и автоматизация в животноводстве : учеб. пособие / В.Ю. Фролов [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 191 с.
4. Посмитная Л.А. Инкубатор как объект управления в структуре микропроцессорной системы управления / Л.А. Посмитная, Д.В. Бугаец // Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании. – 2016. – № 1. – С. 24–26.

УДК 621.01

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
МЕХАТРОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ**



**STUDY OF STRUCTURE AND COMPONENTS  
CONTROL SYSTEMS OF MECHATRONIC TECHNOLOGICAL COMPLEXES**

**Романенко Т.М.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
tanyarom69@mail.ru

**Терехов В.В.**

студент ИМРИТТС,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
mitya.ivanov.2015@gmail.com

**Romanenko T.M.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
tanyarom69@mail.ru

**Terekhov V.V.**

IMRITTS Student,  
Kuban State Technological University  
mitya.ivanov.2015@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматривается современное состояние развития систем управления мехатронными технологическими комплексами. Авторы статьи прогнозируют направления перспективного развития систем управления мехатронными технологическими комплексами и робототехническими системами.

**Ключевые слова:** мехатронные машины, робототехнические комплексы, система управления, программная архитектура, мехатронная система, роботы, цифровые вычислительные устройства.

**Abstract.** The article discusses the current state of development of control systems for mechatronic technological complexes. The authors of the article predict the directions of prospective development of control systems for mechatronic technological complexes and robotic systems.

**Keywords:** mechatronic machines, robotic complexes, control system, software architecture, mechatronic system, robots, digital computing devices.

Российские машиностроительные предприятия в настоящее время остро нуждаются в техническом перевооружении. Высокоэффективное и экономичное оборудование должно прийти на смену физически изношенному и морально устаревшему [1]. На пути технического перевооружения на предприятиях появляются новые интеллектуальные мехатронные машины, такие как сложные станки и робототехнические комплексы, обладающие качественно новыми функциями и свойствами. Совершенствование машин и инструментов, а также появление новых технологий обработки формируют основы для технологического прорыва в сфере создания новых образцов промышленного оборудования для стратегических отраслей [6].

В связи с этим растут скорость и точность обработки деталей, что в свою очередь повышает требования к системам управления мехатронным технологическим оборудованием. Растут требования как к системам непосредственного формообразования, так и к обслуживанию вспомогательных и защитных систем станочного и робототехнического оборудования [2], а также автоматизированных линий.

Решением задач контурного управления (геометрическая задача) и обслуживания вспомогательных систем (логическая задача) занимаются системы управления, в том числе системы числового программного управления (ЧПУ). Современная система управления представляет собой сложный программно-аппаратный комплекс на базе цифровых вычислительных устройств, решающий совокупность задач управления движением роботов и станков со сложной кинематической структурой. Таким образом, развитие отечественных систем управления сложными мехатронными комплексами и импортозамещение систем управления на российских предприятиях имеют важное значение, поскольку являются основным фактором в обеспечении технологической независимости государства [3].

В процессе выполнения циклических задач система управления производит ряд вычислений, ограниченных во времени исполнения. Превышение времени вычисления недопустимо и может привести к потере устойчивости управления и аварии. Производительность вычислений в свою очередь напрямую зависит от аппаратной и программной архитектуры электронно-вычислительного ядра системы управления [5].

Технологические мехатронные системы представляют собой совокупность механических агрегатов, осуществляющих технологическую операцию, и электрических и электронных компонентов системы управления. Многокоординатные обрабатывающие центры и промышленные роботы, а также их технологические связки, с течением времени являются все более востребованными производственными мехатронными комплексами и приходят на смену простому технологическому оборудованию. Поскольку многокоординатные обрабатывающие центры и промышленные роботы имеют сложную кинематическую структуру, для управления этими объектами необходимо производить расчет обратной задачи кинематики, что накладывает на систему управления объектами требования для обеспечения достаточной вычислительной мощности [4].

Мехатроника, как направление в науке и технике, в настоящее время интенсивно развивается. Вместе с тем, пока недостаточно исследовано влияние структур и аппаратных средств цифровых устройств управления мехатронными системами на вычислительную производительность таких устройств и, в конечном счёте, на уровень динамических свойств мехатронных систем [6]. Не в полной мере изучены вопросы построения устройств управления мехатронными системами на основе новых аппаратно-программных подходов, позволяющих сократить длительность цикла управления за счёт применения софт-процессорных элементов и эффективного распределения вычислений между аппаратно реализованными компонентами устройства управления. Поэтому представляется актуальной тема исследования, направленная на разработку и исследование свойств новых структур систем управления многокоординатными обрабатывающими центрами и промышленными роботами [5].

Методологическая основа разработки мехатронной системы (МС) служат методы параллельного проектирования, то есть одновременного и взаимосвязанного при синтезе всех компонентов системы. Базовыми объектами являются мехатронные модули, которые выполняют движение, как правило, по одной координате. В мехатронных системах для обеспечения высокого качества реализации сложных и точных движений применяются методы интеллектуального управления (новые идеи в теории управления, современные аппараты вычислительной техники).



Рисунок 1 – Структура мехатронной системы

В состав традиционной мехатронной машины входят следующие основные компоненты:

- механические устройства, конечным звеном которого является рабочий орган;
- блок приводов, включающий силовые преобразователи и силовые двигатели;

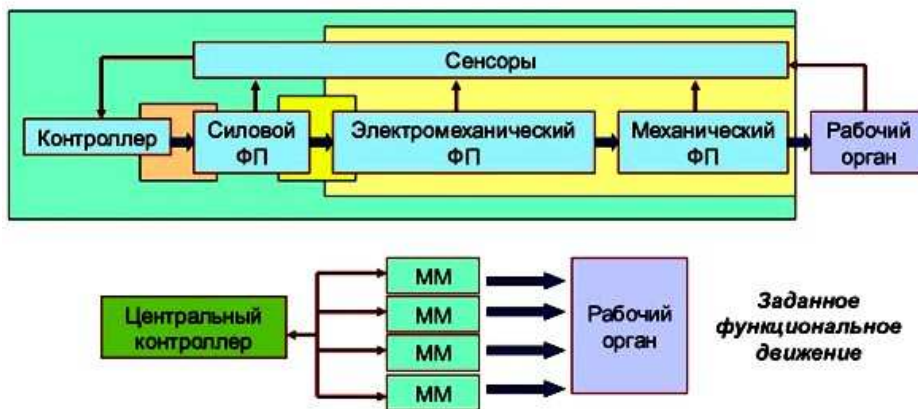
- устройства компьютерного управления, уровнем для которого является человек-оператор, либо другая ЭВМ входящая в компьютерную сеть;
- сенсорные устройства, предназначенные для передачи устройству управления информации о фактическом состоянии блоков машины и движения мехатронной системы.

Таким образом, наличие трех обязательных частей: электромеханической, электронной, компьютерной, связанных энергетическими и информационными потоками является первичным признаком отличающим мехатронную систему.

Если работа основана на гидравлических, пневматических или комбинированных процессах, то необходимы соответствующие преобразователи и датчики обратной связи.

Мехатроника является научно-технической дисциплиной, которая изучает построение электромеханических систем нового поколения, обладающих принципиально новыми качествами и, часто, рекордными параметрами. Обычно мехатронная система является объединением собственно электромеханических компонентов с новейшей силовой электроникой, которые управляются с помощью различных микроконтроллеров, ПК или других вычислительных устройств. При этом система в истинно мехатронном подходе, несмотря на использование стандартных компонентов, строится как можно более монолитно, конструкторы стараются объединить все части системы воедино без использования лишних интерфейсов между модулями. В частности, применяя встроенные непосредственно в микроконтроллеры АЦП, интеллектуальные силовые преобразователи и т.п. Это даёт сокращение массогабаритных показателей, повышение надёжности системы и другие преимущества. Любая система, управляющая группой приводов может считаться мехатронной. В частности, если она управляет группой реактивных двигателей космического аппарата.

## Мехатронный модуль



Стандартная иерархическая архитектура

Рисунок 2 – Мехатронный модуль

Иногда система содержит принципиально новые с конструкторской точки зрения узлы, такие как электромагнитные подвесы, заменяющие обычные подшипниковые узлы.

Рассмотрим обобщенную структуру машин с компьютерным управлением, ориентированных на задачи автоматизированного машиностроения.

Внешней средой для машин рассматриваемого класса является технологическая среда, которая содержит различное основное и вспомогательное оборудование, технологическую оснастку и объекты работ. При выполнении мехатронной системой заданного функционального движения объекты работ оказывают возмущающие воздействия на рабочий орган. Примерами таких воздействий могут служить силы резания



для операций механообработки, контактные силы и моменты сил при сборке, сила реакции струи жидкости при операции гидравлической резки.

Внешние среды укрупненно можно разделить на два основных класса: детерминированные и недетерминированные. К детерминированным относятся среды, для которых параметры возмущающих воздействий и характеристики объектов работ могут быть заранее определены с необходимой для проектирования МС степенью точности. Некоторые среды являются недетерминированными по своей природе (например, экстремальные среды: подводные, подземные и т.п.). Характеристики технологических сред как правило могут быть определены с помощью аналитико-экспериментальных исследований и методов компьютерного моделирования. Например, для оценки сил резания при механообработке проводят серии экспериментов на специальных исследовательских установках, параметры вибрационных воздействий измеряют на вибростендах с последующим формированием математических и компьютерных моделей возмущающих воздействий на основе экспериментальных данных.

Однако для организации и проведения подобных исследований зачастую требуются слишком сложные и дорогостоящие аппаратура и измерительные технологии. Так для предварительной оценки силовых воздействий на рабочий орган при операции роботизированного удаления облоя с литых изделий необходимо измерять фактические форму и размеры каждой заготовки.

В настоящее время является актуальной задачей исследование структуры и компоненты систем управления технологическими мехатронными и робототехническими комплексами, обеспечивающие сокращение длительности цикла цифрового управления для улучшения динамических свойств комплексов и, в первую очередь, повышение производительности и точности реализуемых ими движений [6].

Таким образом, повышение эффективности решения задач управления в реальном времени технологическими мехатронными и робототехническими системами и обеспечение требуемой вычислительной мощности за счет архитектурных решений цифровых вычислительных устройств является актуальной задачей научных исследований.

#### **Список литературы:**

1. Романенко Т.М. К вопросу о современном состоянии систем управления мехатронными технологическими комплексами / Т.М. Романенко, В.В. Терехов // В электронном сборнике научных статей по материалам четвёртой международной научно-практической конференции «Механика, оборудование, материалы и технологии», ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный Технологический Университет» 29–30 ноября 2022 г. – Краснодар : ООО «Принт-Терра», 2022. – С. 763–766.
2. Медведев Ю.С. Особенности построения распределенной корпоративной сети предприятия для обеспечения информационными и вычислительными ресурсами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 258–260.
3. Медведев Ю.С. Увеличение скорости загрузки web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 181–185.
4. Медведев Ю.С. Автоматизация функционального тестирования web-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5-1. – С. 58–61.
5. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Медведев Ю.С. К вопросу о достижении максимальной производительности ajax-приложений / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2013. – № 4(125). – С. 125–128.

**АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ**



**INFORMATION SYSTEM ANALYSIS  
WATER SUPPLY MANAGEMENT**

**Гринев Д.Д.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Богданов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Василенко Н.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены общие проблемы, связанные с внедрением автоматизированных систем управления (АСУ) в организациях водоснабжения и водоотведения. Рассмотрены основные аспекты внедрения автоматизированных систем управления (АСУ) для управления процессами водоотведения и водоснабжения. Перечислены основные критерии эффективности и принципы, по которым следует проводить формирование единого информационного поля системы водоснабжения и водоотведения. Дается анализ выгоды и эффектов от внедрения АСУ.

**Ключевые слова:** АСУ – автоматизированные системы управления, водоснабжение, водоотведение, управление процессами, ГИС.

**Grynev D.D.**

Student,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Bogdanov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Assistant Professor,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Vasilenko N.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Assistant Professor,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the general problems associated with the introduction of automated control systems (ACS) in water supply and sanitation organizations. The main aspects of the introduction of automated control systems (ACS) for the management of wastewater and water supply processes are considered. The main efficiency criteria and principles according to which the formation of a unified information field of the water supply and sanitation system should be carried out are listed. An analysis of the benefits and effects of the introduction of automated control systems is given.

**Keywords:** automated control systems – automated control systems, water supply, sanitation, process management, GIS.

**К**ачественное водоснабжение в городах является одной из основных предпосылок успешного функционирования их социально-экономической сферы, работы различных предприятий и организаций, улучшения условий жизни населения. Исследования процессов управления городскими энергоснабжающими службами, объединяющими электрические, тепловые, водопроводные и газовые инженерные системы, показали, что совокупность задач, решаемых на разных этапах принятия решений, можно рассматривать с точки зрения системно-синергетического подхода.

Большинство организаций водоснабжения и водоотведения в России, нацеленных на внедрение инноваций, выбрало в качестве пути развития и повышения конкурентоспособности реализацию программ по реконструкции, модернизации и техническому перевооружению, в том числе для выхода на сопоставимые с мировыми лидерами показатели деятельности. Опыт работы компании Schneider Electric и практика реализованных проектов демонстрируют, что одним из перспективных направлений повышения производственно-технологической эффективности организаций водоснабже-

ния и водоотведения, является внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) на базе современных программно-технических разработок, позволяющее существенно улучшить водоснабжение городов и регионов, получить экономию энергии на подъем, транспортирование и обработку воды, сократить потребление химреагентов, существенно снизить потери воды и уменьшить число технологических нарушений и, как следствие, непроизводительных потерь от их последствий. Путем обобщения современной практики формирования архитектур АСУ в качестве базовой архитектуры может быть предложена система, включающая следующие основные иерархические уровни (в порядке восхождения):

- локальные контрольно-измерительные приборы и автоматика;
- серверы сбора данных, каналы связи и сетевое оборудование;
- центральный диспетчерский пункт (ЦДП);
- система оперативного управления системой водоснабжения и водоотведения;
- система энерготехнологического менеджмента (СЭНМ).

Международным трендом является расширение требований к АСУ, которые непрерывно возрастают и выходят за рамки традиционных функций регулирования.

Современные АСУ являются эффективным инструментом управления предприятием, который должен обеспечивать показатели качества оказываемых потребителю услуг, оптимизацию работы сетей и сооружений, сокращение производственных издержек, повышение надежности управления технологическим процессом, достижение необходимого уровня безопасности и безаварийности технологического процесса, повышение качества процесса оперативного управления, повышение уровня мотивации, условий труда и комфортности в работе оперативного и обслуживающего персонала.

При проектировании и внедрении подобного рода систем необходимо учитывать ряд технических и организационных особенностей.

Технические:

- большое количество территориально распределенных объектов управления;
- высокая степень неопределенности состояния и взаимного влияния друг на друга объектов управления (как в рамках предприятия в целом, так и по сооружениям в отдельности), необходимость построения моделей, основанных на численных методах;
- большое количество разрозненных систем управления различного назначения, которые необходимо интегрировать в единую систему;
- необходимость получения, обработки, анализа и хранения большого количества данных, необходимость агрегации текущих и исторических данных;
- высокие требования по защите информации.

Организационные:

- необходимость переработки и развития технологических регламентов;
- необходимость принятия технической политики развития системы;
- необходимость выделения структурного подразделения, отвечающего за внедрение и сопровождение системы.

Первоочередная задача развития АСУ заключается в разработке и утверждении технической политики, которая обязательно должна включать:

- формулировку основных целей развития автоматизации;
- определение общей архитектуры системы;
- определение направлений развития локальных АСУ с целью их дальнейшей интеграции в единую систему;
- определение этапов создания системы;
- стандартизацию систем связи, интерфейсов и протоколов передачи данных;
- определение интеграционной платформы;
- определение единой политики информационной безопасности системы;
- пакет документов, обеспечивающих координацию развития системы: программа развития системы, регламенты взаимодействия подразделений предприятия, методические материалы и внутренние нормативные документы.

К экспертной организации, осуществляющей поддержку предприятию водоснабжения и водоотведения в разработке технической политики, рекомендуется устанавливать повышенные требования, т.к. от уровня компетенций и опыта данной организации зависит успешность реализации стратегии автоматизации предприятия.

Следующим этапом развития систем является создание ЦДП и сервера сбора, обработки и хранения данных. После этого осуществляется разработка и внедрение единой программной платформы, важными критериями выбора которой являются масштабируемость и открытость, что подразумевает возможность поэтапного ввода объектов и их интеграции в единую систему, а также возможность интеграции в АСУ отдельного оборудования и целых подсистем производства различных компаний, с использованием стандартных драйверов и протоколов обмена информацией между разными программными приложениями.

Далее осуществляется формирование единого информационного поля системы, обеспечение связи с удаленными объектами. Как правило, для передачи данных и управляющих сигналов используются полевые шины и локальные информационные сети предприятия. Для удаленных объектов применяются выделенные или коммутируемые каналы и радиомодемы:

- GSM/GPRS;
- CDMA;
- радиосвязь на выделенных частотах.

Беспроводные каналы связи отличаются дороговизной и возможными перебоями в передаче данных. Наиболее эффективным методом минимизации этих недостатков в настоящее время является применение специализированного протокола передачи данных DNP3.0. Данный протокол разработан специально для систем с территориальным распределением объектов управления.

Вычислительное ядро АСУ предлагается создавать на базе нескольких специализированных систем, каждая из которых закрывает часть функций в области оперативного управления производством, а все вместе в составе интегрированного решения они закрывают все основные функции в данной области.

В состав решения входят следующие системы.

Система производственного учета. Обеспечивает сбор фактической информации о работе предприятия, ее агрегацию и расчет интегральных технико-экономических показателей. Это позволяет с высокой степенью оперативности оценивать эффективность работы предприятия, а также посредством удобной системы анализа технико-экономических показателей предприятия, истории их значения и причин их возникновения своевременно выявлять проблемы в его работе предприятия и оценивать технический и экономический эффект от принимаемых управленческих решений. Учет реализуется в контексте иерархической модели производственных и распределительных объектов для каждого из уровней иерархии, что позволяет анализировать причины возникновения текущих и исторических значений производственных показателей.

Система оперативного управления распределительной сетью. Обеспечивает моделирование текущего и прогнозируемого состояния распределительной сети на базе данных геоинформационной системы, планирование потребности в воде, оптимизацию работы насосного оборудования, поиск и локализацию утечек.

В целом, эффективная АСУ способна стабильно обеспечивать выполнение следующих функций:

- автоматизированный учет простоев оборудования и периодов его работы с неполной нагрузкой, включая идентификацию, классификацию и анализ причин простоев оборудования и периодов его работы с нагрузкой ниже паспортной;
- учет производственных показателей: расхода реагентов и электроэнергии, производства воды, включая учет производственных показателей на всех этапах производства и распределения воды и формирование баланса воды;
- учет качественных показателей воды и расчет усредненного качественного состава воды в резервуарах;
- расчет технико-экономических показателей, основными показателями обычно выступают удельная себестоимость и удельная энергоемкость метра кубического, удельный расход реагентов, коэффициент эффективности использования оборудования (ОЕЕ – Overall Equipment Efficiency) и др.;
- моделирование распределительной сети, включая сценарии реального, прогнозируемого и имитационного моделирования состояния сетей, расчет давления воды во всех точках сети, направления ее движения, обнаружение возможных утечек, рас-

пространение загрязнений, анализ достаточности поставки воды каждому из потребителей;

- прогноз потребления воды;
- оптимизация работы насосного оборудования.

Практика внедрения и эксплуатации аналогичных систем позволяет определить следующие целевые показатели внедрения АСУ на горизонте от 3 до 5 лет согласно рассмотренного выше подхода:

- сокращение объема используемой энергии на от 6 до 8 %.
- сокращение потерь воды при ее транспортировке на от 25 до 35 %.
- сокращение расхода химических реагентов на обработку воды и очистку сточных вод на от 6 до 8 %;
- сокращение числа технологических нарушений в системе водоснабжения и водоотведения до 50 %.

В таблице 1 представлены основные целевые показатели АСУ для трех возможных сценариев: консервативного, умеренного, оптимистического.

**Таблица 1**

Целевой показатель (за 5 лет)	Консервативный сценарий, (%)	Умеренный сценарий, (%)	Оптимистический сценарий, (%)
Сокращение объема используемой энергии на подъем и подачу воды	6,0	7,0	8,0
Сокращение объема используемой энергии на объектах по очистке сточных вод	3,5	5,0	6,5
Сокращение объема используемой энергии на перекачку воды	6,0	7,0	8,0
Сокращение объема используемой энергии на перекачку сточной воды	6,0	7,0	8,0
Сокращение потерь воды при ее транспортировке	25,0	30,0	35,0
Сокращение расхода химических реагентов на обработку воды на подъеме и подаче воды	6,0	7,0	8,0

При ориентировочном объеме инвестиций в проектирование и внедрение такого рода АСУ от 60 млн рублей (для городов с населением от 30 до 60 тыс. человек) до 500 млн рублей (для городов с населением более 1 млн человек), достижение перечисленных выше целевых эффектов позволяет говорить о дисконтированном сроке окупаемости проектов внедрения АСУ в диапазоне от 2,5 до 3,5 лет с внутренней нормой доходности в 2–3 раза выше банковского процента, что характеризует достаточно высокую инвестиционную привлекательность внедрения.

ГИС – это интерактивная система сбора, отображения пространственно-организованных данных и доступа к ним, ориентированная на возможность принятия научно обоснованных управленческих решений. ГИС-технологии активно развиваются в настоящее время. Сегмент рынка, нацеленный на предоставление ГИС-компьютерных технологий, включает такие фирмы, как Autodesk, Bentley Systems, ENVI ERDAS IMAGINE, Esri, Intergraph, MapInfo, Smallworld. В российском сегменте имеется отечественная разработка ГИС компании ЦСИ «Интегро» «ИнГЕО».

Анализ используемых геоинформационных программных продуктов, применение которых позволит реализовать данное предложение, показывает, что для создания ГИС в области мелиорации наиболее распространенным и хорошо себя зарекомендовавшим является семейство программных продуктов ArcGIS, разработанное американской компанией Esri.

Через многоуровневую схему информационных сигналов в сложной экономической систем, коей, безусловно, является городское хозяйство, происходит институциональное вмешательство в экономику, которое для того, чтобы быть успешным, «должно распространяться и вширь, и вглубь и привести к определенным фундаментальным изменениям в общественных отношениях и личных устремлениях». Информационные

системы (ИС) снабжают органы управления городским хозяйством разнообразными видами информации, без знания которых эффективное управление оказывается невозможным. Сложный комплекс проблем, связанных с устойчивым обеспечением городов водными ресурсами, требует разработки комплексного подхода, выработки долгосрочной стратегии, применения практик инновационного управления водным хозяйством, разработки и внедрения информационной системы ИС, создания надежных источников поставки водных ресурсов для нужд города и населения. В этом контексте способность реагировать на растущие риски для водных ресурсов может быть усилена, помимо прочего, за счет более широкого внедрения повторного использования очищенных сточных вод, которые могут служить в качестве надежного источника воды определенного качества в необходимом объеме (кроме случаев, где требуется исключительно питьевая вода). Важно, что повторное использование очищенных сточных вод уменьшает объем сброса стоков, что положительно влияет на экосистему

Города – это густонаселенные концентрированные центры производства товаров и услуг и в качестве отрицательных внешних (побочных) эффектов также и производства твердых отходов и стоков. Мировая урбанизация происходит беспрецедентными темпами, что влечет за собой увеличение водопотребления и расширение инфраструктуры для обеспечения городов водой, оказывая существенное давление на городские водные ресурсы. С другой стороны, ограниченность пресных источников воды, их загрязнение предъявляют новые требования к эффективному и разумному использованию и управлению водными ресурсами в городском хозяйстве.

Разработка ИС и внедрение практики предоставления публично доступной информации о состоянии городских водных ресурсах, стоках, экологической обстановке в городе, качестве и стоимости предоставляемых услуг, состоянии (износ, обновление) инфраструктуры, что будет способствовать получению поддержки населения. Кроме того, подобная информация может использоваться для проведения анализа и соответствующих исследований, таким образом, операторы и другие вовлеченные в структуру организации городского хозяйства, смогут работать в направлении повышения эффективности. Опыт многих стран и городов показывает, что отсутствие всеобъемлющей и надежной информации для поддержки стратегического развития, разработки политики и принятия управленческих решений всех уровней является сдерживающим фактором устойчивого развития.

Рассмотрим систему, которая позволяет осуществлять «комплексное планирование и управление водными ресурсами в рамках устойчивого развития города с использованием инновационных технологий» – система SANePLAN.

В основу SANePLAN заложены методы городского планирования, математического моделирования, сбора и обработки массива данных, анализ экологической ситуации с последующим интегрированием в структуру управления городским хозяйством через ИС.

Целью этого проекта является улучшение качества жизни и городских водных ресурсов посредством разработки ИС. Достижение поставленных целей способствует снижению давления на городские водные ресурсы, в т.ч. природные, улучшению экологической обстановки и санитарии, а также совершенствованию системы управления ВР (в т.ч. стоками) и городским планированием. ИС интегрирует данные о состоянии городских водных ресурсов, сетей водоснабжения, очистных сооружений, стоков с городским планированием (городской средой) за определенный интервал времени. На основе собранных и обработанных данных SANePLAN позволяет координировать и планировать потребности в ресурсах с учетом текущих потребностей, требований к охране окружающей среды, народонаселения, изменения климата, экономических условий и пр.

Проект позволяет оценивать возможное влияние новых городских проектов на существующую инфраструктуру, санитарии, окружающую среду, состояние водных ресурсов в среднесрочной и долгосрочной перспективе (25, 50 и 75 лет), эффективность использования питьевой и сточной воды; учитывает влияние изменений численности населения, климата на устойчивое развитие города. Его ИС ориентирована на комплексное управление и планирование городским хозяйством в ситуации, когда информация на разных уровнях используется различными типами пользователей; позволяет

осуществлять координацию и обмен информацией между органами власти, департаментами, ведомствами, учреждениями, участвующими в процессе управления городским хозяйством, планированием устойчивого развития города. Таким образом, SANePLAN является мощным инструментом для содействия согласованной и согласованной реализации политики.

Важно понимать, что цель устойчивого обеспечения города водой более достижима, если реализуется возможность повторного использования воды, которая поддерживается общественностью и местной властью. В мировой практике ПИ ОСВ все в большей степени рассматриваются в качестве ресурса, и является одним из наиболее эффективных способов сохранения природных водных ресурсов, экологического баланса на Земле, удовлетворения спроса и предложения на водные ресурсы.

Решение проблем с водой – это не столько затраты, сколько инвестиции, и не только в водный сектор, а в экономику в целом, в благополучие населения, поэтому научные исследования, передовые технологические решения, статистические данные и соответствующие математические методы должны быть основой для адекватной государственной политики по этому вопросу.

В условиях нарастания во всем мире экологических проблем и обострения глобальных вызовов в отношении обеспечения водой в России недостаточно уделяется внимания вопросам разумного использования водных ресурсов, поиска альтернативных путей в водоснабжении, в том числе повторного использования очищенных сточных вод. Для достижения положительных результатов в этой области важно адаптировать имеющийся передовой опыт внедрения ИС и инновационного управления для достижения целей устойчивого развития городов и систем городского водоснабжения к сложившейся ситуации в нашей стране.

#### **Список литературы:**

1. Агеев М.К. Автоматизированные системы управления организаций водоснабжения и водоотведения / М.К. Агеев, Ф.И. Сайфульмулюков // Энергосбережение и водоподготовка. – 2014. – № 4(90). – С. 17–20.
2. Воеводина Л.А. Перспективы сбора данных о качестве оросительных вод для формирования интерактивных геоинформационных карт оросительных систем / Л.А. Воеводина // Экология и водное хозяйство. – 2021. – Т. 3. – № 2. – С. 15–28.
3. Фонтана К.А. Анализ информационных систем инновационного управления организациями городского водохозяйственного комплекса / К.А. Фонтана, Б.А. Ерзнкян // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2018. – № 4. – С. 157–163.

УДК 681.521

**АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ**



**INFORMATION SYSTEM ANALYSIS  
HEAT SUPPLY MANAGEMENT**

**Гринев Д.Д.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Богданов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Василенко Н.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрена структура управления системами городского теплоснабжения; транспортной среды сбора и передачи данных с объектов мониторинга системы городского теплоснабжения. Рассмотрено использование SCADA систем для поддержки принятия решений.

**Ключевые слова:** городского теплоснабжения, интеллектуальный анализ, SCADA системы, системы мониторинга.

**Grynev D.D.**

Student,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Bogdanov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Assistant Professor,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Vasilenko N.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Assistant Professor,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Abstract.** The article considers the management structure of urban heat supply systems; the transport environment for collecting and transmitting data from monitoring objects of the urban heat supply system. The use of SCADA systems for decision support is considered.

**Keywords:** urban heat supply, intelligent analysis, SCADA systems, monitoring systems.

**К**ачественное теплоснабжение в городах является одной из основных предпосылок успешного функционирования их социально-экономической сферы, работы различных предприятий и организаций, улучшения условий жизни населения.

Структура управления системами городского теплоснабжения может быть представлена в виде распределения выделенных функций управления по уровням иерархии, формирующих группы задач по периодичности их решения, функциональному содержанию и степени важности. Поддержка принятия управленческих решений базируется на реализации комплексных методов сбора большого числа различных данных в процессе мониторинга основных объектов системы городского теплоснабжения и технологических процессов.

Для измерений, сбора данных и анализа параметров энергоносителей, характеристик технологических процессов их генерации, транспортировки, потребления и утилизации внедряются диспетчерские SCADA системы. Целью разработки комплексной системы мониторинга и поддержки принятия решений в службах городского теплоснабжения является достижение энергетической результативности за счет повышения энергетической эффективности энергообеспечивающих предприятий, снижения энергетических потерь при транспортировке энергоносителей, оптимизации энергопотребления в общественных и жилых зданиях с учетом метеоинформации, информации о режимах работы зданий, поведения конечных потребителей и т.д.



Система интеллектуального анализа и извлечения знаний из накапливаемых данных может функционировать только при условии реализации следующих мероприятий:

- установка устройств учета энергопотребления с встроенными OPC серверами на объектах инженерных сетей и у конечных потребителей;
- создание беспроводной транспортной среды с сенсорными и сотовыми сегментами для сбора данных;
- организация сбора данных с помощью сенсорных узлов и модемов сотовой связи с приборов автоматики через OPC сервера;
- «погружение» данных, полученных из различных источников, в многомерное «облачное» хранилище с поддержкой операций консолидации, «очистки», нормализации и трансформации;
- подготовка анализируемых выборок данных (в том числе обучающих выборок для моделей прогноза), извлечение их из хранилища или других источников по различным срезам с целью передачи в гиперкубы для аналитической обработки;
- синтез прогнозных моделей с целью итеративного выбора наилучшей модели прогнозирования энергопотребления на различных объектах в зависимости от факторов – на краткосрочный и долгосрочный период;
- визуализация результатов прогноза на цифровой картографической основе (ЦКО) с возможностью отображения показателей и характеристик энергопотребления, энергопотерь и энергоэффективности в числовом и графическом виде с использованием схем цветовой дифференциации;
- расчет параметров энергопотребления для разных категорий потребителей по результатам прогноза;
- передача результатов прогноза, параметров энергопотребления в виде структурированных отчетов, графиков, цветовых схем ЛПР (диспетчерам, энергетическим менеджерам, руководителям служб и предприятий) для выработки мероприятий по повышению энергетической результативности;
- автоматизированное регулирование энергопотребления и оперативная коррекция прогнозных параметров в соответствии с реальными факторами с целью итерационной настройки моделей и повторного прогнозирования.

Как видно из данного перечня, одним из основных мероприятий является создание беспроводной транспортной среды для сбора данных.

Гетерогенная беспроводная среда сбора сенсорных данных для работы системы интеллектуального анализа и поиска знаний включает следующие компоненты:

- сегменты сенсорных ZigBee сетей с узлами, соединенными с приборами промышленной автоматики, различными датчиками, системами пожарной и охранной сигнализации, управляемыми координатором сегмента;
- сегменты Bluetooth сетей с узлами, соединенными с приборами промышленной автоматики, различными датчиками, системами пожарной и охранной сигнализации, управляемыми мастер-устройствами;
- сети сотовой связи для сбора данных с удаленных объектов, когда нет возможности или экономически не целесообразно создавать собственные VPN сети;
- спутниковая сеть для мониторинга перемещений автотранспорта предприятия; обслуживания и слежения за мобильными средствами связи персонала;
- сегменты WiFi и Ethernet на энергообеспечиваемых объектах и в диспетчерских центрах;
- интернет-сегмент для удаленного доступа к информационным ресурсам SCADA систем и системы мониторинга.

Для обеспечения требуемой дальности связи в городских условиях рекомендуется использовать следующие способы сбора данных.

Установка и использование GSM/GPRS модемов для ретрансляции данных по сотовой сети. В качестве способа передачи информации в GSM-системах используются SMS-сообщения, модемное соединение (CSD), передача тоновых посылок (режим DTMF) и режим пакетной передачи сообщений GPRS. OPC сервера или PLC с интегрированными модемами устанавливаются на объектах инженерной сети и обеспечивают

сбор, накопление и обработку первичных данных с различных измерительных приборов – с передачей данных на диспетчерский сервер через каналы GSM/GPRS связи.

Однако недостатками подобных систем являются низкая помехозащищенность; легкость подавления GSM-канала; нестабильность работы сети GSM; «открытость» сети к различным атакам; зависимость от надежности работы сети сотовой связи; финансовая зависимость от сервис-провайдера.

Установка и использование сенсорных узлов Zigbee сети на объектах инженерных коммуникаций с возможностью сбора данных и передачи их через центральный координатор сети на диспетчерский сервер посредством использования:

– выносных антенн с высоким коэффициентом усиления;

– маломощных промежуточных ретрансляторов сенсорной сети, которые могут быть установлены:

а) на высоких зданиях или столбах линий электропередачи;

б) на выносных измерительных терминалах теплоцентралей с проводной системой контроля протечек, которые по техническим условиям размещаются через каждые 300 метров, в данном случае ретранслятор выполняет две функции: ретрансляцию кадров и обнаружение, и локализацию протечек.

Беспроводная сенсорная сеть идеальна для использования в SCADA системах для поддержки принятия решений. Такая сеть является инфраструктурой для сбора данных с различных измерительных приборов, что позволяет диспетчерам не только проводить мониторинг, наблюдать и анализировать оперативные и архивные показания, но и передавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Преимуществом такой сети является возможность применения энергосберегающих режимов, когда сенсорные узлы большую часть времени находятся в спящем режиме и выходят из него только для снятия показаний и передачи их на диспетчерский сервер. Также использование виртуальной корпоративной сети сбора данных имеет большое значение как в финансовом плане, так и для обеспечения информационной безопасности корпоративной автоматизированной системы управления технологическими процессами теплоснабжения города.

Интересным решением является размещение ретрансляторов сенсорной сети на выносных наземных терминалах, которые соединяются с системой контроля протечек в тепловых магистралях. В современных магистралях для транспортировки теплоносителя используются двойные трубы с внутренним межтрубным утеплителем и системой проводного оперативного дистанционного контроля (ОДК). Подключение к системе ОДК осуществляют с помощью измерительных терминалов, которые присоединяются к проводникам трубы и выводятся на поверхность. Промежуточные терминалы устанавливаются через каждые 300 метров согласно существующим техническим требованиям. Терминалы могут использоваться для организации передачи данных от кластерных сенсорных и других сегментов по цепочке сенсорных узлов до диспетчерских пунктов

В общем случае для создания транспортной среды сбора и передачи данных с объектов мониторинга системы городского теплоснабжения, распределенных на большой городской территории, необходимо использовать все виды доступных беспроводных сетей, что позволяет повысить надежность за счет резервирования каналов связи.

SCADA системы получают оперативные и архивные данные от OPC серверов посредством узлов сенсорной сети или модемов сотовой связи и передают их в подсистему подготовки данных и «погружения» в хранилище.

Инструментарий интеллектуального анализа данных и поиска знаний работает на стороне «облака» серверов и разрабатывается на платформе Java Enterprise Edition (J2EE) с использованием многослойной платформы разработки корпоративных приложений Spring framework и технологии объектно-реляционного проецирования ORM (Object-relational mapping) Hibernate.

Объектно-реляционный адаптер (ORM) Hibernate применяется для обеспечения гибкости запросов и прозрачности работы с хранилищем. Именно Hibernate использует систему Cassandra в качестве промежуточного слоя (кэша второго уровня) между приложением интеллектуального анализа и реляционной БД. Благодаря такому подходу

удалось совместить достоинства реляционных и нереляционных систем хранения данных и обеспечить рост производительности поиска знаний более чем в 10 раз. В системе библиотека Hibernate для решения задач объектно-реляционного проецирования решает задачу связи классов Java с таблицами базы данных и типов Java данных с типами SQL данных, а также предоставляет средства для автоматической генерации и обновления столбцов гипертаблицы, построения запросов и обработки полученных данных.

В качестве серверной платформы в системе анализа данных и поиска знаний использован JBoss Application сервер приложений с открытым исходным кодом. Для обмена данными между клиентскими приложениями и серверами, вызова удаленных серверных процедур бизнес-логики выбраны протоколы HTTPS и AMF (Adobe Media Format). Пользовательский интерфейс реализуется с использованием платформы Adobe Flex, которая позволяет описывать интерфейсы на XML с целью хранения и передачи структурированных данных на мобильные клиентские приложения. Приложения клиента для визуализации структурированных данных совместно с ЦКО используют технологию ActionScript.

Система анализа данных и извлечения знаний имеет трехуровневую архитектуру, включающую: слой представления; слой серверного приложения; слой данных.

**Слой представления** (*Presentation Layer*). Персонал энергоснабжающих предприятий начинает работу с системой путем открытия главного портала через запрос HTTPS к серверу приложений JBoss из стандартного браузера. После авторизации пользователь может выбрать необходимое приложение для работы. Далее сервер передает страницу с JavaScript вставками и клиентским приложением на Adobe Flex. Flex-клиент продолжает работу с сервером через протокол AMF посредством протокола HTTPS.

**Слой серверного приложения** (*Application Server Layer*). Сервер приложений получает запросы от клиентов, выполняет необходимые действия с данными и передает ответные данные клиенту. Сервер приложений выполняет как роль Web-сервера, так и роль сервера интеллектуального анализа данных. Он взаимодействует с другими серверами через интерфейс API на основе технологии Enterprise Java Beans (EJB). Сервер выполняет расчеты по алгоритмам, требующим высокой производительности вычислений (агрегации, прогнозирования, сценарного анализа). Для ускорения вычислений при работе с большими массивами данных реализована технология CUDA (Compute Unified Device Architecture), которая позволяет выполнять обработку данных на графическом видеопроцессоре.

**Слой данных** (*Data Layer*) реализован на серверах СУБД Oracle. В БД Oracle в распределенных таблицах хранятся как архивные, так и оперативные данные, полученные с OPC серверов промышленных контроллеров и других приборов автоматизации. В слое с многомерными данными работают инструментальные агенты-фида (Data Feeds), которые решают задачи интеллектуального анализа данных и извлечения знаний. На данном слое также используется не реляционное хранилище данных, которое играет роль кэша второго уровня для ORM Hibernate и взаимодействует с серверами приложений и агентами-фидами.

Инструментарий для извлечения знаний при интеллектуальном анализе сенсорных данных включает такие компоненты:

- визуализатор срезов данных в виде гипертаблицы;
- редактор режимов агрегации данных;
- обработчик срезов анализируемых данных гиперкуба.

Визуализатор многомерных данных позволяет представить данные для анализа и его результаты в виде структурированной гипертаблицы. Она сочетает функциональность классической таблицы с древовидной структурой с элементами управления и представления структурированных данных (знаний) на временных шкалах. Фактически гипертаблица является способом наглядной визуализации результатов интеллектуального анализа. Она позволяет наблюдать изменения архивных, текущих и прогнозных значений показателей энергоэффективности в виде структурированных знаний во времени путем перемещения ползунка по временной шкале. При обновлении данных в

хранилище в гипертаблице происходят изменения значений данных в реальном времени для каждого выбранного интервала, который задается в соответствии с выбранным горизонтом прогнозирования или периодом времени для сценарного анализа.

Система ПИД-07 предназначена для имитационного моделирования и пространственного технологического анализа эксплуатационных и аварийных гидравлических режимов больших теплоснабжающих систем переменной технологической структуры с несколькими источниками тепла и произвольным набором типового тепломеханического оборудования. Система продуцирует новые технологические знания, которые можно интерпретировать как ответы на вопросы типа: «Как изменятся параметры стационарного гидравлического режима теплоснабжающей системы, если изменить параметры заданных технологических элементов системы (изменить напорно-расходные характеристики насосов, нагрузки потребителей, длину и диаметр участков трубопроводов, уставки регуляторов расхода, давления и т.п.) или изменить топологию расчётной схемы (отключить некоторые насосные станции или отдельные агрегаты отдельной насосной станции, закрыть входные задвижки некоторых участков, добавить новые участки трубопроводной сети или установить в заданном узле трубопроводной сети насосную станцию и т.п.). Профессионально обоснованные ответы на подобные вопросы составляют суть многих эффективных технологических решений, вырабатываемых персоналом предприятий тепловых сетей и используемых в процессах технической и экономической эксплуатации систем централизованного теплоснабжения. Кроме того, система обладает рядом сервисных функций, выполняемых на расчётной базе имитационного моделирования и обеспечивающих технологические решения эксплуатационного персонала:

- анализ эксплуатационных или аварийных режимов по системе критериев режимного анализа;
- информационные запросы и отчёты по характеристикам используемого сетевого оборудования;
- расчёты температурных графиков центрального регулирования, тепловых потерь по сети в целом или по любой выделенной магистрали, температур воды на выходе теплопотребляющих систем потребителей с предоставлением результатов расчёта на расчётную схему или в табличные документы;
- автоматизированный выбор мест установки и параметров дроссельных органов, устанавливаемых в теплопотребляющих системах потребителей и на байпасах головной части распределительных сетей.

Теплоснабжающие системы мегаполисов как объект информатизации представлен агрегированными технологическими установками: источником тепла, представленный технологической структурой ТЭЦ или РК (районной котельной); центральным тепловым пунктом; индивидуальным тепловым пунктом потребителя; сетевой насосной станцией на подающем или обратном трубопроводах магистральной сети; контрольным пунктом для концентрации измерительной и управляющей информации на трубопроводной сети.

Нижний уровень управления представлен блоками ввода-вывода, интеллектуальными приборами и исполнительными механизмами (приводом арматуры, дроссельными регулирующими органами, датчиками температуры, датчиками давления, датчиками расхода энергоносителей, электроприводами агрегатов, средствами индикации и визуализации, исполнительными механизмами со встроенными контроллерами). Интеллектуальные приборы связаны с контроллерами через стандартную цифровую полевую шину HART-протоколом. Перспективной идеологией «интеллектуализации» приборов и блоков ввода-вывода является идеология Fieldbus Foundation, обеспечивающая перенос и реализацию алгоритмов обработки измерительной информации (фильтрация, масштабирование, линеаризация и т.п.), регулирования (стабилизация, слежение, каскадное управление и т.п.), логического управления (пуск, останов, блокировка и т.п.) на нижний уровень управления. Полевая сеть Fieldbus H1 реализует все функции HART-протокола, а также позволяет программировать алгоритмы контроля и управления, реализуемые в приборах. Перспективная тенденция типизации отдельных программных и технических средств и их открытость к средствам других фирм позволяет

системным интеграторам не разрабатывать, а собирать из отдельных программно-аппаратных модулей и средств разных фирм ПТК и СУ, ориентированные на автоматизацию конкретных технологических объектов.

Средний уровень управления технологическими установками (отдельными котлами, водоподготовительной установкой, циркуляционной насосной станцией) являющийся связующим звеном между контроллерами и пультами операторов реализуется промышленной сетью Profibus.

На верхнем уровне управления систем централизованного теплоснабжения мегаполисов основой решения задач технологического и организационно-экономического управления становятся отдельные информационные сети, связывающие автоматизированные рабочие места управляющего персонала отделов и служб с планируемыми подразделениями энергетических компаний. Эти сети взаимодействуют или совпадают с корпоративной сетью энергетической компании. Доминирующим типом таких сетей является Ethernet.

Программно-аппаратная платформа верхнего уровня управления теплоснабжающей системой мегаполиса включает в себя пульта операторов для отдельных автоматизированных рабочих мест технологических служб на базе типовых ПК офисного исполнения, сервер базы данных, сетевую аппаратуру (сетевой коммутатор, шлюз или мост для связи с корпоративной сетью энергетического комплекса), центральный концентратор измеренной информации на базе рабочих станций, работающих в режиме серверов и поддерживающих функции диспетчерского управления. Операционные системы пультов ориентированы на Windows Server, которая обеспечивает сетевое распределение ресурсов аппаратных платформ в режиме мягкого реального времени. В качестве сетевой СУБД верхнего уровня может использоваться MS SQL-Server. Основное программное обеспечение пультов диспетчера представлено SCADA-системами, реализующими основные функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, передачи данных и команд системе контроля и управления. Прикладные программные компоненты представлены программами: цифровой анимационной мнемосхемой технологических установок, цифровой технологической и расчетной схемой технологических установок и тепловых сетей, цифрового топографического плана мегаполиса, а также компонентами для ведения оперативных и долговременных архивов, генератором отчетов и запросов, администратором пользователей для контроля прав доступа.

#### **Список литературы:**

1. Дементьев Ю.Н. Усовершенствованный автоматизированный программно-аппаратный комплекс контроля и управления функционированием сложных теплоснабжающих систем мегаполисов / Ю.Н. Дементьев, А.Б. Крицкий // Пром-Инжиниринг: труды II международной научно-технической конференции, Челябинск – Новочеркасск – Волгоград – Астана, 19–20 мая 2016 года / ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). – Челябинск – Новочеркасск – Волгоград – Астана : Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – С. 367–371.
2. Крицкий А.Б. Использование программно-информационных комплексов для анализа, расчёта и управления системами централизованного теплоснабжения мегаполисов / А.Б. Крицкий // Информатизация инженерного образования: Труды Международной научно-практической конференции – ИНФОРИНО-2016, Москва, 12–13 апреля 2016 года. – М. : Издательский дом МЭИ, 2016. – С. 342–345.
3. Анализ данных в системе диспетчеризации городского теплоснабжения / А.Г. Финогеев [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 2(26).

УДК 681.521

ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ДЛЯ СЭС



THE PRINCIPLE OF BUILDING MONITORING SYSTEMS FOR SES

**Гринев Д.Д.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Богданов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Василенко Н.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
\_simpson\_@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются автоматизированные системы контроля учета электроэнергии используемые для контроля электроэнергии. Описано применение автоматизированных систем контроля учета электроэнергии в России и анализ качества поставляемой электроэнергии. Дана структура программного и аппаратного обеспечения разрабатываемой системы и распределение потребления по вводным фазам внутри дома. Описана система мониторинга качества электроэнергии. Представлен микропроцессорный терминал БМРЗ-152 для оценивания состояния сети.

**Ключевые слова:** автоматизированные системы, учет электроэнергии, качество электроэнергии, системы мониторинга.

**Grynev D.D.**

Student,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Bogdanov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Assistant Professor,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Vasilenko N.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Assistant Professor,  
Kuban State University of Technology  
\_simpson\_@mail.ru

**Abstract.** The article discusses automated electricity metering control systems used to control electricity. The application of automated control systems for electricity metering in Russia and the analysis of the quality of supplied electricity are described. The structure of the software and hardware of the system being developed and the distribution of consumption by introductory phases inside the house are given. A system for monitoring the quality of electricity is described. The BMRZ-152 microprocessor terminal for assessing the network status is presented.

**Keywords:** automated systems, electricity metering, electricity quality, monitoring systems.

**В** настоящее время остро стоит вопрос по качеству электроэнергии, поставляемой, как частными поставщиками, так и государственными организациями. Качество электрической энергии сказывается на работе электроприборов и иных потребителей электроэнергии.

Для регулирования качества поставляемой электроэнергии используется государственный стандарт ГОСТ 32144-2013. Данный стандарт определяет нормативные показатели качества электроэнергии и возможные отклонения от них. В соответствии со стандартом, отклонения напряжения не должны превышать 10 % от номинального показателя напряжения.

Зачастую данные показатели поставщиками не выполняются, особенно это можно отметить в зимний период, когда нагрузка на трансформаторные подстанции даже при условии переключения на низкие обмотки трансформатора максимальна. Многие жители используют электрические нагреватели для поддержания дома нормальной температуры, а также снижается световой день и активно начинает использоваться освещения и иные приборы электропотребления. Это увеличивает нагрузку на электрические сети что способствует их нагреву и увеличению потерь электроэнергии.

Необходимо отметить тот факт, что воздушные линии и подводка к дому устаревшего алюминиевого типа, что также увеличивает потери электроэнергии при транспортировке.

Важным показателем также является неравномерное распределение потребления по вводным фазам внутри дома. К примеру, жители одного подъезда нагружают одну фазу и ощущают заметный провал напряжения. В первую очередь, это отмечается снижением яркости ламп освещения независимо от их конструкции (светодиодные лампы, лампы накаливания и т.д.). В тоже время другие жители не используют поступающую нагрузку по максимуму, и их фаза остаётся ненагруженной, что также сказывается на работе электроприборов. В первую очередь, такая неравномерная нагрузка влечет за собой перегрев нулевого проводника и его последующее «отгорание» с перекосом фаз. Из-за перекоса фаз у жителей возникает повышенное напряжение, которое может быть превышено более чем на 50 % допустимого показателя, что чревато порчей электроприборов потребителей.

В первую очередь пользователь системы (сотрудник сбытовой организации) добавляет прибор учета в систему, далее система выполняет мониторинг электрической сети по заданным контрольным точкам. На основании собранных системой мониторинга показаний формируется счёт на оплату. Также на основании данных проводится расчёт разницы показаний между контрольными точками, распределяется нагрузка, определяются потери электроэнергии и формируются отчёты.

Электросети строились по принципу улицы с односторонним движением, то есть энергия от нескольких мощных станций передавалась конечному потребителю. Однако с ростом ее доли, получаемой из возобновляемых источников, и увеличением числа домовладельцев, которые покупают автономные генераторы, создаются предпосылки к тому, что энергия и информация о ее наличии должны поступать не только из сети к пользователям, но и в обратном направлении. Это означает фундаментальную реорганизацию и переход от централизованной топологии сети на распределенную, когда производство и расход электричества осуществляются в пределах локальной системы. Одновременно за счет снижения зависимости от централизованных электростанций обеспечивается и большая надежность, и устойчивость энергетической системы.

Учитывая, что в будущем в распоряжении потребителей появится значительное количество разнообразных источников электричества, требуется создание соответствующей системы управления распределением энергии. К примеру, в странах ЕС наряду с крупными генерирующими станциями существуют и многочисленные мелкие производители вплоть до так называемых активных домов, которые не потребленную электроэнергию возвращают обратно в сеть. Очевидно, что такая сложная система должна использовать возможности современных информационных технологий с высоким уровнем интеллектуализации, чтобы в автоматическом режиме оперативно реагировать на изменения различных параметров и осуществлять бесперебойное электроснабжение с максимальной экономической эффективностью при снижении влияния человеческого фактора.

При разработке программ по развитию отечественной энергетики должны учитываться основные мировые тенденции, а также специфика республики (строительство АЭС, диверсификация поставок и видов топливно-энергетических ресурсов, кардинальные меры по энергосбережению). Эти направления обозначены и реализуются в соответствии с основными государственными актами.

В качестве первоочередных мер целесообразно сформировать открытые базы данных по разработкам и примерам создания систем управления энергопотреблением в нашей стране и за рубежом, что ускорит изучение и масштабное применение опыта как крупнейших мировых компаний, так и бытовых систем, развиваемых в рамках концепций «умный город» и «умный дом». Важен также учет соотношения традиционных и альтернативных источников энергии. По экспертным оценкам, доминирующее положение первых сохранится до 2030 г. При этом в их общем объеме наибольшую долю сейчас и в перспективе будет иметь уголь, далее следует природный газ, а за ним нефть. Поэтому новые альтернативные источники пока используются в основном для местного и ограниченного обеспечения отдельных объектов и не интегрированы в национальные или трансграничные сети энергоснабжения.

Для перехода к постиндустриальному этапу развития важно учитывать глобальные тенденции. Мировой опыт показывает, что максимальные темпы экономического и энергетического роста наблюдаются в фазе индустриализации, а при переходе к информационному обществу они резко снижаются. Следовательно, актуальна задача выработки подходов к созданию постиндустриальной энергетики и адаптации к постнефтяной эпохе, так как современные отрасли экономики требуют надежного, гибкого и эффективного снабжения ресурсами.

Получив, относительно подробную структуру программного и аппаратного обеспечения разрабатываемой системы, также необходимо произвести и графическое оформление проектируемой инфраструктуры проекта, на котором впоследствии и будет размещено проектируемое ПО. Именно здесь и находит своё применение диаграмма развёртывания модели (рис. 1). Данный вид диаграммы призван обеспечивать иллюстрацию топологии системы и наглядно освещать разделение компонентов системы по её узлам, а также решать ряд других вспомогательных задач, способствующих целостному восприятию моделируемой системы. При этом сама графическая основа диаграммы представляет собой достаточно простой набор объектов, главным образом сформированных в виде некоторой совокупности взаимосвязанных узлов, характеризующих взаимодействие разных участников системы, в ключе рассматриваемой деятельности организации.

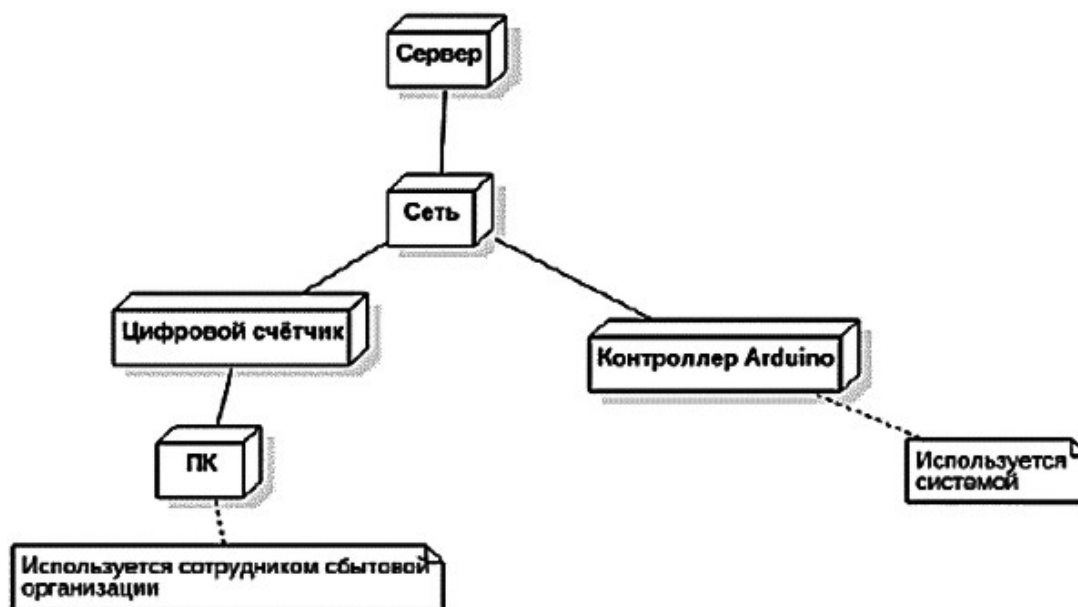


Рисунок 1 – Диаграмма развёртывания

В настоящее время вопросы качества электроэнергии постоянно находятся «на слуху», так как сбытовые организации часто поставляют электроэнергию, не соответствующую параметрам качества электроэнергии, в том числе, и прописанных в технических условиях для подключения абонента.

Электричество до абонента должно поставляться в соответствии с ГОСТ 32144-2013. Электричество, не соответствующее параметрам, прописанным в ГОСТ, негативно влияет на энергоустановки потребителей, если это бытовой потребитель, то снижается срок эксплуатации электроплит, холодильников, телевизоров и другой бытовой техники. Не все поставщики электроэнергии своевременно могут отследить изменения в электрической сети, так как это им не позволяет сделать имеющееся техническое обеспечение. Многие поставщики не могут позволить себе обновление электрических сетей с установкой интеллектуальных устройств, позволяющих контролировать электрические линии и качество электроэнергии, так как это несет большую финансовую нагрузку на организацию, в последующем финансовая нагрузка ляжет на плечи конечных потребителей. Использование систем контроля качества электроэнер-



гии позволяет предотвратить возникновение аварийных ситуаций, так как интеллектуальные обработчики предсказывают возникновение возможных аварийных ситуаций и соответственно сотрудники сбытовой организации могут заранее исправить возникшую проблему.

Анализ качества электроэнергии несет в себе определение причин, влияющих на ухудшение качества электроэнергии, анализ является необходимой составляющей при выявлении несоответствия эталонных показателей качества с определенными в электрической сети. Главным условием при установке системы мониторинга правильный выбор контрольных точек по сбору показаний. Полученные показания будут обрабатываться по заданным алгоритмам и выявлять несоответствия показателей качества. При выявлении несоответствия в системе мониторинга будет показано предупреждение, которое увидит оператор системы, он в свою очередь будет принимать решение по стабилизации показателей качества электрической энергии. В настоящее время контроль показателей качества электроэнергии проводится не постоянно, а по определенному графику, который утверждается руководством сбытовой организации. Такой график не позволяет своевременно отслеживать показания качества и соответственно невозможно поставлять качественную электроэнергию.

Система мониторинга качества электроэнергии будет включать в себя три основных узла. Первый узел – это контроллер, при помощи которого ведется считывание показателей с электрической сети. Второй узел обеспечивает связь между датчиками и контроллерами. Третий узел обеспечивает обработку данных и представление их оператору. При разработке системы мониторинга предусмотрена возможность интеграции системы с внешними устройствами на основании общего формата данных. Также реализован экспорт и импорт данных в текстовый формат, это реализовано для того, чтобы данные можно было добавлять в другие системы. Использование системы мониторинга не потребует больших затрат при ее внедрении и использовании, так как достаточно установить счётчик, либо с цифровым, либо с аналоговым выходом. Система мониторинга кроссплатформенна, не требует больших ресурсов к персональным компьютерам, на которых будет размещена система. Основное условие работы системы является наличие библиотек и операционной системы Windows.

Система мониторинга будет разработана в соответствии с предъявляемыми требованиями, и может быть использована в любой организации, которая занимается сбытовой деятельностью электрической энергии потребителям. Выпуск коммерческой версии планируется после получения лицензии на распространение программного продукта и сертификации устройств.

Для того чтобы добиться бесперебойной безопасной работы больших энергосистем, необходимо полное понимание и знание динамики всех процессов, протекающих в данной системе. К аварийным ситуациям могут привести сбои в системах релейной защиты и автоматики (РЗА), низкое быстродействие срабатывания, неверно настроенные установки, отсутствие мониторинга электросети, человеческий фактор. Известно, что для предупреждения и предотвращения каскадных аварийных ситуаций необходимо использование токовых защит (максимальной и отсечки) с соответствующей релейно-коммутационной аппаратурой, но, к сожалению, в настоящее время поколение этих систем без мониторинга и соответствующей диагностики является менее эффективным и недостаточно надежным. В результате происходит большое количество аварий не только в России, но и во всем мире

Комплексный мониторинг электрических сетей является весьма сложной задачей. В большинстве аварийных случаев требуется быстрое и эффективное решение персонала для устранения возникших проблем, в данном случае полноценное представление информации о состоянии электрических сетей играет важнейшую роль. Для предотвращения этого необходимо проводить полную диагностику и мониторинг электрических сетей, создать новую модель для оценивания состояния сети в целом.

Для решения данной проблемы целесообразно использовать такую модель на базе микропроцессорного устройства БМРЗ-152, которая способна своевременно идентифицировать, диагностировать аварийные ситуации для мониторинга состояния электрических сетей в режиме «on-line», диагностики и предотвращения нештатных аварийных ситуаций.

На данный момент автоматический контроль и управление аварийными режимами производится комплексом устройств, содержащими определенные параметры действий для стандартных схем возможных аварийных ситуаций. В то же время, это решение не является оптимальным, так как существует достаточно большое количество неисправностей электрических сетей, это не дает полного представления о причине неисправности и конкретной схеме действия оперативного персонала для принятия эффективных необходимых мероприятий, быстрого и качественного устранения неисправности.

Используются также системы поддержки оператора, которые основываются только на распознавании предаварийной ситуации и непосредственно в момент возникновения аварии при отклонении наблюдаемых параметров от нормальных значений.

По техническим характеристикам и ценовой категории терминал БМРЗ от ООО «НТЦ «Механотроника» является наиболее функциональным, соответствующим требованиям, а также наиболее выгодным.

Ниже представлены основные функции блока БМРЗ-152:

- функции защиты, автоматики и управления;
- местная и дистанционная настройка конфигурации программным методом и ее хранение;
- автоматическое или дистанционное переключение программ установок;
- сигнализация включения защит и автоматики, положение коммутационных аппаратов;
- регистрация и хранение осциллограмм, журнала аварий, журнала сообщений (событий) и накопительной информации;
- контроль и индикация положения выключателя, а также исправность его цепей управления, местное и дистанционное управление выключателем, переключение режима управления, диагностику выключателя, расчет остаточного ресурса выключателя;
- отображение текущих значений электрических параметров защищаемого объекта;
- установление места повреждения;
- блокировка всех выходов при неисправности блока для исключения ложных срабатываний;
- защита от ложных срабатываний дискретных входных цепей блока при помехах и нарушениях изоляции в цепях оперативного питания КРУ;
- создание пользователем дополнительных алгоритмов работы блока и др.

Устройства БМРЗ производят осциллографирование аварийных режимов и моментов запуска защит. Считывание осциллограмм можно произвести по USB-кабелю. Измерение и осциллографирование аварийных ситуаций позволяет узнать параметры защищаемых присоединений, скорректировать методику расчета установок защит.

В терминале предусмотрена возможность создания собственных функций защиты и автоматики (например, алгоритма управления системой охлаждения). Программное обеспечение (ПО) «Конфигуратор-МТ» представляет полноценный редактор настроек для создания различных сценариев работы блоков. Устройства имеют возможность легкой модификации ПО для присоединения к какому-либо проекту, сохраняя заводскую гарантию, все ключевые и ответственные функции защиты и автоматики не доступны для изменения.

Таким образом, внедрение микропроцессорного терминала БМРЗ-152 в электрических сетях позволит:

- повысить надежность функционирования РЗА распределительных подстанций и, как следствие, всей системы электрических сетей и бесперебойность электропитания потребителей;
- снизить эксплуатационные затраты за счет уменьшения трудозатрат при наладке релейных защит и автоматики присоединений;

- подготовить базу для создания автоматизированной системы диагностики оборудования электрических сетей;
- своевременно диагностировать состояние электрических сетей и предотвратить нештатные аварийные ситуации.

**Список литературы:**

1. Кузнецов А. Интеллектуальные системы электроснабжения / А. Кузнецов // Наука и инновации. – 2015. – № 154.
2. Кривоногов С.В. Модель системы мониторинга для повышения качества энергии в системах электроснабжения потребителей / С.В. Кривоногов, А.А. Романова // International Journal of Open Information Technologies. – 2022. – № 4.
3. Мохов А.А. Система мониторинга и диагностики электрических сетей / А.А. Мохов // Инновационная наука. – 2021. – № 1.

УДК 629.73.02; 629.73.05/.06

**БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ,  
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ  
И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ**



**UNMANNED AERIAL VEHICLES, DEVELOPMENT PROSPECTS,  
KLASSIFICATION AND WAYS TO COMBAT THEM**

**Новик А.В.**

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mil.ru

**Кудряшов А.С.**

кандидат военных наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье, авторами рассмотрены история и перспективы развития БЛА, классификация боевых беспилотников, способы управления и применения, обнаружения и борьбы с ними.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, дрон, рой, классификация, применение, управление, обнаружение, борьба.

**Novik A.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Kudryashov A.S.**

PhD in Military Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** In the article, the authors consider the history and prospects of the development of UAVs, the classification of combat drones, methods of control and application, detection and combating them.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, drone, swarm, classification, application, control, detection, combat.

Опыт локальных войн и вооруженных конфликтов последних десятилетий, а также взгляды руководства ведущих зарубежных государств на подготовку и ведение военных действий свидетельствуют о возрастающей роли комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БЛА) различных типов и предназначения.

Большой популярностью пользуются дроны, ввиду своей дешевизны и доступности они, как и беспилотники применяются в различных сферах и областях:

- в геодезических изысканиях при строительстве и геологоразведке;
- при составление кадастровых планов различных объектов, планов поселков, дачных массивов, промышленных объектов;
- для создания и обновления топографических карт;
- для мониторинга чрезвычайных ситуаций (лесных пожаров, подтоплений, наводнений, разлива опасных и горючих жидкостей);
- для мониторинга транспортного движения;
- для охраны государственной границы и других объектов;
- для доставки посылок и грузов;
- и особенно в военном деле.

Первым применением БЛА считается военная область, а именно доставка австрийскими войсками бомб к осажденной Венеции с помощью воздушных шаров в 1849 году [1].

Появление радиотелеграфа послужило очередным импульсом в развитии беспилотников. БЛА начали получать автономность и возможность управлять ими дистанционно.

В 1898 году Никола Тесла разработал и продемонстрировал радиоуправляемое судно. В 1933 году в Великобритании появляется БЛА многократного использования [2].

Немецкие ученые в 1940-х годах разработали крылатую ракету «Фау-1» – это первый БЛА, который применялся в реальных боевых действиях.

В СССР в 1930-1940 годы авиаконструктор В.В. Никитин представил торпедоносц-планер типа «летающее крыло». Уже к началу 40-х данная разработка переросла в новый проект беспилотной летающей торпеды, которая могла поражать цели на дальности свыше 100 километров.

К 1960 годам интерес к развитию БЛА только возрастал, причем область применения стала затрагивать гражданское направление.

В 1970 годы в области разработки БЛА военного назначения СССР достиг значимых результатов, были приняты на вооружение многоразовые Ту-123 «Ястреб», Ту-141 «Стриж», Ту-143 «Рейс» и начато их серийное производство. После серьезных потерь авиации во Вьетнаме, в США также возродился интерес к беспилотникам [2].

С 1990 года БЛА все чаще стали применяться в локальных войнах и вооруженных конфликтах (Ливан, Ангола, Афганистан, Ирак, Югославия, Сирия, Ливия, Мали, Нагорный Карабах, Украина, Таджикистан) в качестве разведывательных и ударных средств, а также для ликвидации лидеров незаконных бандформирований силами специальных операций США (Йемен, Пакистан).

В настоящее время в вооруженных силах большинства государств мира находятся в эксплуатации БЛА, предназначенные для выполнения широкого спектра задач воздушной разведки, радиоэлектронной борьбы, поражения целей.

Основными достоинствами БЛА перед пилотируемыми воздушными судами являются:

- увеличение полезной нагрузки из-за отсутствия экипажа и кабины;
- увеличенная продолжительность полета;
- более широкие возможности по выполнению маневра;
- невысокая стоимость аппарата;
- отсутствие необходимости в квалифицированной технической помощи для обслуживания летательного аппарата и увеличенный срок регламентных работ;
- значительное снижение стоимости выполнения работ и др.

Беспилотные летательные аппараты, подразделяют на аппараты самолетного и вертолетного типа [3].

Сложившаяся на сегодняшний день классификация БЛА постоянно совершенствуется, тому причина высокая перспективность направления и актуальность исследования в данной области.

Общую классификацию БЛА самолетного типа для применения в военной сфере можно представить в следующем виде (рис. 1).

Для эффективного применения БЛА в зависимости от решаемых задач и глубины действия важное значение уделяется системам управления, которые можно классифицировать по следующим методам:

- автономные;
- неавтономные;
- комбинированные.

Особенностью автономных систем управления является то, что сигналы управления полётом заложены в программе БЛА (спутниковая навигационная система, автономная инерциальная навигационная система). Дополнительных сигналов управления от оператора на беспилотник не поступает.

Неавтономный метод подразумевает управление БЛА оператором. В зависимости от сложности беспилотника и разнонаправленного уровня решения задач к управлению может привлекаться сразу несколько специалистов.

Комбинированный метод подразумевает управление беспилотником посредством оператора, с возможностью БЛА переходить в автономный режим для успешного выполнения задач (например, при потере с ним связи).

Ввиду того, что БЛА могут представлять определённую угрозу для общества, из-за активного их применения в военном деле, особенно в САР, Нагорном Карабахе и Украине, ведущими производителями оружия разрабатываются средства и способы борьбы с ними. К существующим средствам борьбы с БЛА следует отнести:

- зенитно-артиллерийские, зенитные ракетно-пушечные комплексы;
- системы и средства радиоэлектронного подавления;
- лазерные комплексы.

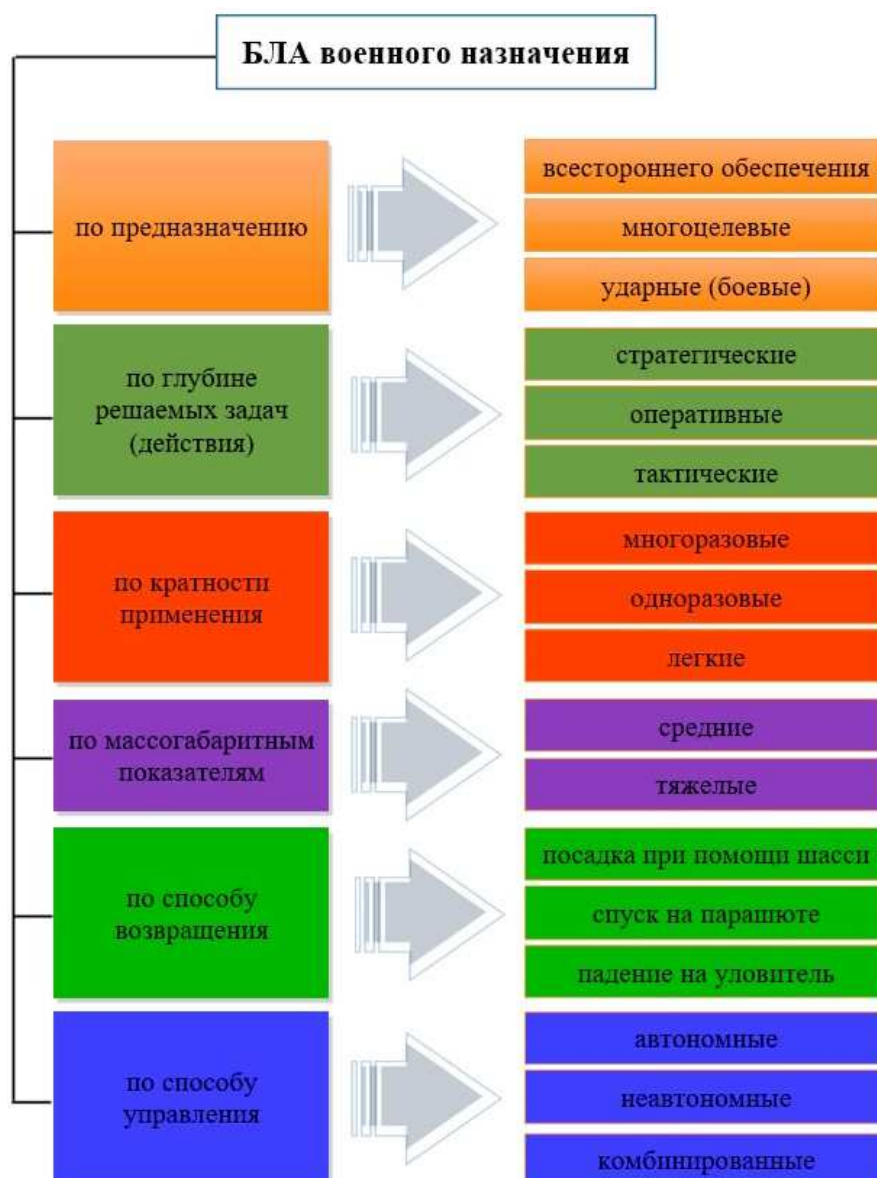


Рисунок 1 – Классификацию БЛА самолетного типа

Средние и крупные БЛА хорошо «вписываются» в возможности многих существующих зенитных ракет «земля-воздух», чего нельзя сказать про распространение небольших дешевых тактических БЛА. Данные небольшие системы, действующие на небольших скоростях и высотах, легче сбить, но по своей природе они имеют меньшую эффективную отражающую поверхность (ЭОП), инфракрасные и акустические сигнатуры и поэтому их сложнее обнаружить и в них труднее попасть. Борьба с малоразмерными беспилотниками отличается высокой дороговизной.

Пушечные и зенитные установки в борьбе в БЛА весьма актуальны и приобретают вторую жизнь, хотя многие «западные» армии уже лишили себя большей части самоходных и буксируемых зенитных пушек.

Армии с вооружением эпохи «холодной войны» находятся в более лучшем положении, поскольку их доктринальная направленность на скорострельные мобильные пушки позволила сохранить большое количество таких систем, как, например, ЗСУ-23-4 «Шилка» – с радаром и четырехствольными 23-мм пушками 2А7, – и подобных ей систем, стоящих на вооружении армий по всему миру. Вооружение этого типа особенно популярно в Африке.

Кроме того, разработан самоходный зенитно-артиллерийский комплекс 2С38 «Деривация-ПВО» на стандартном шасси БМП-3 и новым смонтированным модулем с

пушечно-пулеметным вооружением. ЗАК «Деривация-ПВО» получила новые средства обнаружения и сопровождения целей пассивного типа. Крупный объект, типа самолета, система способна обнаружить на расстоянии более 6400 м. Основным оружием ЗСУ 2С38 стала новейшая 57-мм автоматическая пушка. Орудие наводит на воздушный объект система управления огнем, которая включает в себя оптико-электронную систему обнаружения и прицеливания.

Основным способом применения зенитно-артиллерийских, зенитных ракетно-пушечных комплексов является огневое поражение воздушных целей. Автоматическая пушка использует специальные снаряды, которые оснащены программируемыми взрывателями. При выстреле программируемый взрыватель в определённый момент времени осуществляет подрыв на указанном расстоянии создавая поле осколков, обеспечивая поражение цели.

Следующий способ борьбы с беспилотниками – радиоэлектронное подавление каналов передачи данных и управления прямой видимости комплексов с БЛА, а также радиоэлектронное подавление аппаратуры потребителей космических радионавигационных систем.

При электронном подавлении БЛА используются три основных метода.

Первый – в ухудшении качества проходной способности интернет-каналов и со-товой связи.

Второй – в создании помех для управления дроном.

Третий – подавление беспилотников специальным ручным устройством, оборудованным направленными спиральными антеннами.

Ракетная или пушечная система ПВО зачастую оказывается, либо слишком дорогой, либо недостаточно неэффективной, поэтому также находят свое применение в борьбе с БЛА лазеры. Среди преимуществ лазерных систем следует назвать отсутствие необходимости их перезарядки, а также возможность длительной работы вплоть до момента отключения электроэнергии. Впрочем, существующие лазерные системы еще слишком громоздки для использования мобильными формированиями.

На сегодняшний день существует информация о разработке систем способных выводить из строя беспилотники используя мощный электромагнитный импульс. Данных о подобных системах пока очень мало в силу закрытости проводимых исследований.

Встречаются и экзотические способы борьбы. В Нидерландах для охраны аэропорта от непрошенных БЛА применяются специально тренированные хищные птицы.

Одним из основных вопросов при уничтожении БЛА противника является его обнаружение с последующим сопровождением.

Проведенные эксперименты по оценке возможностей современных радарных систем против небольших, тактических БЛА, показали, что обнаружение целей с ЭОП до 0,1 м<sup>2</sup> и небольшой скоростью полёта, не является технической проблемой, реальная трудность заключается в их идентификации и отделении от птиц, помех и других отраженных сигналов, которые, как правило, радарными отфильтровываются.

К примеру, компания Thales Nederland использует в своих радарных методиках обнаружения с двухосными накопленными пучками и активными сканирующими решетками с целью достижения необходимого высокого доплеровского разрешения и времени необходимого для подсветки цели.

Подобные работы ведутся и в МО РФ. НПО «Алмаз-Антей» разработан комплекс обнаружения, распознавания и противодействия БЛА изделие 117Ж6 [4]. Мобильный радиолокационный комплекс «Валдай» с локационным, оптико-электронным, каналом РТР и системой РЭП предназначен для радиолокационной разведки в дежурном режиме малоразмерных, маловысотных и мало скоростных БЛА и выдачи информации (дальность, азимут, высота) потребителям, в том числе огневым средствам. Основным отличием данного изделия от существующих является способность выделять БЛА на фоне птиц, облаков и помех. Внешний вид изделия 117Ж6 представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид РЛК-МЦ «Валдай»

В настоящее время вооруженные силы передовых стран разрабатывают для БЛА новую тактику – тактику «роя». Эффективное одновременное использование большого количества разведывательно-ударных БЛА открывает для военных большие возможности на поле боя, позволяя вести успешную и эффективную разведку и при этом уверенно поражать наземные цели с минимальными материальными и, что еще более важно, людскими потерями.

Отдельными организациями ВС США реализуется целый ряд программ по созданию инновационных «роевых» технологий применения БЛА. Специалисты оборонного агентства DARPA проходят активные испытания системы управления летательными средствами, дроны уже способны синхронно перемещаться в пространстве, в том числе перестраиваясь в различные формы боевых порядков. Особое внимание данной разработке уделяется способности сбора особой информации для подразделений, действующих в населённых пунктах в условиях городской застройки и ограниченной видимости.

За подобные разработки в Китае отвечают специалисты крупной корпорации Norinco. Китайские БЛА представляют собой мультикоптеры состоящие из моделей MR-40 и MR-150. Каждый дрон оснащен 4 и 6 воздушными винтами соответственно. Каждый беспилотник оснащен малоразмерной гиросtabilизированной оптико-электронной платформой, поисково-прицельной РЛС и другим оборудованием, которое эффективно используется для разведки местности. Производители не скрывают, что их разработки имеют на вооружении управляемые ракеты, авиабомбы, пулеметы, парашютируемые суббоеприпасы и даже автоматические гранатометы.

В нашей стране к системам, предназначенным для нанесения массированного удара, следует отнести систему «Стая-93». Основой российской разработки является самоорганизующийся рой беспилотных летательных аппаратов, в которой каждый дрон несет полезную нагрузку до 2,5 кг. В системе «Стая-93» роем управляет БЛА-лидер. Остальные дроны роя беспилотников постоянно ведут обмен данными с лидером, включая визуальный контакт, посредством своих ИК-камер. При выходе из строя (по различным причинам) беспилотника-лидера его место занимает другой беспилотный аппарат, который начинает управлять роем. Также российская система позволяет интегрировать в рой беспилотников неограниченное количество БЛА.

Применение БЛА вооруженными силами иностранных государств, незаконными вооруженными формированиями, как в мирное, так и в военное время может представлять значительную угрозу для стратегических объектов, промышленно-экономических районов, группировок войск (сил), и национальной безопасности Рос-



сийской Федерации в целом. Как следствие, возникает необходимость организации и ведения борьбы с БЛА как на различных уровнях.

Для эффективного и успешного противодействия рою беспилотников, противник должен располагать эффективными средствами борьбы, что на сегодняшний день встречается достаточно редко. На данный момент отсутствует информация о боевом применении беспилотниками тактики «роя» и каковы дальнейшие развития подобных боевых комплексов остается неизвестным.

Также основными способами борьбы с БЛА являются:

– создание зон сплошного огневого поражения из штатного стрелкового оружия, в том числе, из крупнокалиберных пулеметов и автоматических пушек, ведением сосредоточенного, заградительного (сопроводительного) огня;

– поражение объектов системы управления и наведения БЛА на земле огнем артиллерии.

Таким образом, в настоящее время ведутся активные разработки в области разработки БЛА, способов применения, обнаружения и борьбы с ними. Проведен анализ и обобщены возможности применения БЛА, существующие системы управления и обнаружения, способы борьбы с ними.

Для борьбы с мини- и микро- БПЛА необходимо формировать систему борьбы как с воздушным противником. Материальную основу этой системы, должны составлять расчеты ЗРК и средства РЭП, а функционирование системы борьбы с БЛА должно осуществляться под общим управлением штаба группировки войск (сил).

#### **Список литературы:**

1. Бомберы Радецкого. Первая воздушная бомбардировка в истории. – URL : [https://story/bomberyi\\_radetskogopervaya\\_vozdushnaya\\_bombardirovka\\_v\\_istorii](https://story/bomberyi_radetskogopervaya_vozdushnaya_bombardirovka_v_istorii)
2. Боевое применение беспилотных летательных аппаратов. – URL : <https://topwar.ru/27536-boevoe-primenenie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov.html>2013
3. Беспилотные летательные аппараты: теория и практика – URL : <https://rusdrone.ru/blog/arkhiv/bespilotnye-letatelnye-apparaty-teoriya-i-praktika/2017>
4. Войска получают комплекс обнаружения и противодействия беспилотникам РЛК-МЦ «Валдай». – URL : [https://topwar.ru/180456-vojska-poluchat-kompleks-obnaruzhenija-i-protivodejs tvija-bespilotnikam-rlk-mc-valdaj.html](https://topwar.ru/180456-vojska-poluchat-kompleks-obnaruzhenija-i-protivodejs-tvija-bespilotnikam-rlk-mc-valdaj.html).2021



**ГУМАНИТАРНЫЕ  
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
НАУКИ**

---

**HUMANITIES  
AND SOCIO-ECONOMIC  
SCIENCES**



СПЕЦИАЛЬНАЯ ВОЕННАЯ ОПЕРАЦИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РФ  
НА УКРАИНЕ: ПРАВОВОЙ АСПЕКТ



SPECIAL MILITARY OPERATION  
OF THE ARMED FORCES-RF-IN UKRAINE: LEGAL ASPECT

**Стрелецкий Я.И.**

кандидат философских наук,  
профессор,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** Содержание правового аспекта нашей Специальной военной операции (СВО) на Украине представлено в трех дискурсах – онтологическом, антропологическом и этническом. Каждый из них анализируется, с одной стороны, на основе принятых ООН правовых актах, а с другой, на методологии правового нигилизма, взятым на вооружение киевским режимом, его покровителями и спонсорами.

**Ключевые слова:** специальная военная операция, право, преступление, человек, национальная безопасность, культура, русофобия.

**Streleckiy Ya.I.**

PhD in Philosophical Sciences,  
Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The content of the legal aspect of our Special Military Operation in Ukraine is presented in three discourses: ontological, anthropological and ethnic. Each of them is analyzed, on the one hand, on the basis of legal acts adopted by the UN, and on the other, on the methodology of legal nihilism adopted by the Kiev regime, its patrons and sponsors.

**Keywords:** special military operation, law, crime, person, national security, culture, Russophobia.

*Донбасс, Донбасс  
ты – танковый удар  
и залп «из сотен тысяч батарей».  
Донбасс, Донбасс,  
избавлен от оков,  
в разрывах мин и грохоте гранат.  
Донбасс, Донбасс,  
пусти меня в окоп  
и в руки дай потертый автомат.  
А.А. Проханов*

**П**раво, по своей сущности, есть свобода на основе разума. Стало быть, последний и определяет границы свободы, чтобы обеспечить условия реализации первой. До конца XX века в международном правовом пространстве эта схема-концепция считалась классической и в основном практиковалась. Но после распада Советского Союза «коллективный Запад» под руководством США объявил себя хозяином однополярного мира. И для его «правового» обеспечения немецким социологом Карлом Шмитдом была разработана концепция «альтернативного права». Дескать, современный социально-исторический процесс столь динамичен, что привычный тип права за ним не поспевает и приходится действовать по обстоятельствам, по конкретной ситуации. В этих условиях предлагается вернуться к праву на основе военной силы, что активно осуществлялось в Югославии, Афганистане, Ираке, Ливии, Ливане...

Руководство нашей страны неоднократно, причём на самых авторитетных международных площадках предлагало вернуться к принципам классического права, в первую очередь, по самой актуальной глобальной проблеме – по сохранению мира и обеспечению взаимной безопасности. Но правительства ведущих западных стран нас слушали, но не слышали, что привело в конце 2021 г. к кризису в цепи «НАТО – Россия» и к Специальной военной операции её Вооруженных сил на Украине.

Цель данной публикации состоит в том, чтобы проанализировать правовой аспект этой операции. Полагается, что его содержание отражается в следующих дискурсах – онтологическом, антропологическом и этническом. Приступим к их анализу.

**Онтологический дискурс правового аспекта СВО** в целом представлен методологией правового нигилизма ведущих НАТОвских стран по отношению к России, который проявляется в их следующих нелегитимных действиях, планах, стремлениях.

*Во-первых*, в нарушении ими принятого ООН принципа, который запрещает обеспечивать безопасность одних государств, за счёт безопасности других. А ведь именно так поступил этот военный альянс, продвигая свою инфраструктуру к нашим границам. Причём, заметим, в нарушение договоренности с руководством СССР «не двигаться на восток ни на дюйм», которое было достигнуто 06 марта 1991 г. в Бонне на переговорах советской и американской сторон с участием «четверки» – ГДР, ФРГ, Франции и Англии.

Однако, после распада мировой системы социализма и Варшавского договора, Вашингтон объявил себя хозяином «однополярного мира» и в НАТО был принят ряд стран, в том числе граничащих с РФ. Ее руководство неоднократно выражало этим свою обеспокоенность, но Запад не реагировал. В этих условиях, как отмечает профессор политологии Университета Чикаго Джон Миршаймер, «и мы толкнули украинцев на эту опасную дорогу. Мы сильно их подталкивали к тому, чтобы они стали частью НАТО, и практически это произошло. Мы подтолкнули их к войне рядом с территорией России несмотря на то, что Россия дала нам ясно понять, что она этого не потерпит. Мы – Запад – взяли соломинку и засунули ее в глаз Медведю. И какова думаете, будет реакция Медведя? Будет ли Медведь в этом случае улыбаться и разглядывать то, что мы делаем? Нет, Медведь будет огрызаться. В данном случае, Медведь разорвёт Украину».

Да, юридически Украина не являлась членом НАТО, но фактически таковым являлась, ибо:

- только за период с «майданного» госпереворота в феврале 2014 г. по март 2022 г. Госдеп и Пентагон оказали военную помощь киевскому режиму в 5 млрд долларов;
- инструкторы НАТО обучали офицеров и младший командный состав ВСУ методике эксплуатации оружия и боевой техники, тактике ведения боевых действий на Яворовском полигоне;
- проводились совместные военные учения, а в 2022 г. предполагалось осуществление таковых непосредственно у российских границ: «Быстрый трезубец», «Серебряная сабля», «Казацкая булава», «Кленовая арка» и других. Только из этих фактов с необходимостью следует вывод о том, что членство Украины в этом военном блоке – вопрос времени, причем ближайшего, о чем его руководство неоднократно заявляло. Неслучайно президент В.В. Путин предупредил что «Выбор способов обеспечения безопасности не должен создавать угрозы для других государств, а вступление Украины в НАТО – это прямая угроза безопасности России».

*Во-вторых*, посягательства на государственный суверенитет нашей страны. Современному читателю напомним, что эта неолиберальная политика имеет свои исторические корни, восходящие к концепции «Петля анаконды», сочинённой ещё в 1890-м году контр-адмиралом ВМС США Альфредом Мэхеном. Её автор предложил руководству страны стратегию «овладения России» посредством комплекса мер различного содержания и уровня. Реализовать эти планы ни в то время, ни после двух мировых войн, ни в послевоенный период не удавалось. К ним после геополитического поражения Советского Союза вернулись, ибо стратегия осталась прежней. Её современную версию предложил американский политолог Томас Фридман в своей концепции «отмены России» посредством системы последовательных социальных операций «инновационной войны», «когнитивной войны», «инновационного оружия». Правда, он не знает или забывает, что в последнем Россия ныне «впереди планеты всей». И это не столько художественный образ, сколько констатация факта реального превосходства – гиперзвуковым оружием, причём принятом на вооружение, обладает только Россия! Но «историческая хитрость», о которой предупреждал в свое время Г. Гегель, ныне проявляется ещё и в том, что к политическому руководству лидирующих стран запада пришли лица, которые не способны к рациональному мышлению и к объективной оценке последствий своих агрессивных планов в отношении нашей страны.

*В-третьих*, в геополитических планах, стремлении овладеть природными богатствами России. Эту «голубую мечту» пытались реализовать и карлы, и наполеоны и гитлеры. К счастью, не удалось. Но она осталась. К тому же, надежды на «чудо энергетику» в ее различных вариантах не оправдались. А ведь аппетиты промышленных, особенно тесно связанных с Пентагоном, корпораций растут. Поэтому, отбросив «лишний» дипломатический этикет, возглавившие в свое время Государственный департамент США Мадлен Олбрайт и Хиллари Клинтон призывали ликвидировать исторически сложившуюся «несправедливость» – принадлежность нашей стране природных богатств Урала, Сибири, Дальнего Востока. Дескать, они – достояние всего человечества. Конечно, в первую очередь, «цивилизованного», то есть западного – американского и, частично, европейского. В наше время об этом признали даже граждане этой страны. Так, американский режиссёр Оливер Стоун, пишет о том, что Госдеп США, профинансировав, по признанию заместителя госсекретаря Виктории Нуланд, «майдан» в 2014. «натравил украинцев на Россию, чтобы убрать президента Путина и перейти к обладанию ресурсами России». Правда, остается за кадром вопрос о том, как достичь этой вечно актуальной для них мечты. Ныне, полагаем, осуществить ее невозможно. Впрочем, в будущем ещё меньше шансов.

**Антропологический дискурс правового аспекта СВО** отражает, в своей сущности, самую важную стержневую и основную цель – защита права народа Донбасса на собственную жизнь, на свое существование. Ведь оказавшиеся с вашингтонской подачи у власти необандеровцы не скрывали своих планов в отношении жителей ДНР и ЛНР. Им готовили геноцид, который проявлялся, по крайней мере, в следующем.

*Во-первых*, в идеологической установке на физическую ликвидацию проживавших там людей, большинство из которых – русские. Приведём только один пример, но на уровне законодательном. Ирина Фарион – депутат Верховной Рады призывала с парламентской трибуны: «Уничтожить не просто москалей на наших землях, а чёрную дыру европейской безопасности, которую нужно стереть с карты мира». Здесь, как заметит внимательный читатель, геноцид бывший активистки-комсомолки львовского обкома замешан, вдобавок, на фашистской геополитике.

*Во-вторых*, в методическом обстреле, бомбардировках, в том числе из систем тяжелого вооружения в течение восьми лет мирных городов и сел Донбасса, в результате которых погибло около 15000 и ранено более 30000 граждан, среди которых – старики, женщины, дети... Этими варварскими акциями возмутились даже в Европарламенте. Так, депутат от Словакии Милан Урик, выступая 01 марта 2022 г. на его сессии, справедливо вопрошал: «где были международные санкции... Где была Европа, когда украинские наёмники убивали детей в Донбассе, сжигали гражданских?».

*В-третьих*, в разработках уникального биологического оружия против населения Донбасса, России, да и самой Украины, которые осуществлялись в 30-ти американских лабораториях, расположенных в городах последней. Такие исследования запрещены соответствующей Конвенцией Генеральной Ассамблеей ООН ещё в 1971-м году, но Пентагон их не проводит только на территории США. Зато эти биологические лаборатории функционируют в Грузии, Киргизии, Узбекистане. Заметим, что весьма показательно и важно: представителям этих стран запрещены не только посещения этих лабораторий, но и информация о содержании их работ. Как говорится, обойдёмся здесь без комментариев, ибо они отражены в публикациях отечественных аналитиков<sup>8</sup>. В них, в частности, отмечается, что уже в ходе нашей СВО были получены данные, свидетельствующие о разработке в этих лабораториях оружия, направленного на поражение людей именно славянского типа.

**Этнический дискурс правового аспекта СВО** раскрывает, пожалуй, самую тонкую, самую чувствительную сферу духовного бытия человека. И в самом деле. Ведь абстрактного человека не бывает, он всегда конкретен и, в первую очередь, в плане этническом. А это означает, что он является представителем определённой нации, носителем языка, традиций, культуры определённой социальной общности, которая ему является «генетически» родной, которую он старается сохранить, передать детям – внукам и которую он готов хранить и защищать. Этим и занимались жители Донбасса. Они пытались сохранить свою национальную идентичность, свой язык, менталитет, культуру, обычаи и традиции предков, словом, свой Русский мир. Однако неонацист-

ская власть, «незалежной», нарушая фундаментальные принципы международного права, объявила всему этому войну. Так, запрет на русский язык стал основой «культурной» политики киевских властей, которые ещё в апреле 2019 г. через парламент провели закон об образовании. Он запрещает в учебных заведениях Украины преподавание на русском языке. И это при всём при том, что около 70 % населения страны считает русский – родным языком. В сущности, это этноцид, ибо через пару поколений там русских не будет. Русофобия киевского режима не ограничивается лингвицидом, то есть стратегией ликвидации языка «нацменьшинств», а охватывает русскую культуру в целом. Так, возглавляющий Минкульт Украины П. Глиньский заявил, что «российская культура должна исчезнуть из общественного пространства».

Но никакой реакции «демократического» Запада на эту незаконную акцию не последовало. А теперь, уважаемый читатель, представим, что в Бельгии ввели запрет на французский язык, в Ирландии – на английский, а в Канаде – на украинский. Какова была бы реакция на Западе? То-то же. Вот вам и политика двойных стандартов в сфере международных правовых отношений.

Итак, анализ основного содержания правового аспекта СВО с необходимостью подводит, в первом приближении, к следующим выводам.

*Во-первых*, эта операция есть «наше дело правое», ибо отражает то, что в философии права определено как естественное право – право народа Донбасса на жизнь, на свое будущее, на свою культуру, на свою националистическую идентичность.

*Во-вторых*, современное неолиберальное право превратилось, в своей сущности, в антиправо, ибо обслуживает интересы тех, кто на Западе стремится сохранить «однополярный мир» под управлением «старшего брата» – администрации США. Для неё, как и для ведущих НАТОвских стран в целом, Украина не цель, а средство – таран против России для её ослабления и планируемого разрушения по сценарию развала СССР.

*В-третьих*, уже в ходе нашей СВО подтвердилось следующее: необандеровский режим Киева все международные правовые акты нарушал самым грубым образом, причём, демонстративно и цинично. Ведь ВСУ сразу перешли к тактике геноцида даже по отношению к народу самой Украины – размещают танки, САУ, РСЗО прямо в подъездах жилых домов, в школах, больницах, даже в домах для престарелых. И при этом мирных граждан не выпускают, а прикрываются ими как живым щитом. Однако сама логика современного социального процесса свидетельствует о том, что никакие силы не способны остановить движение народа к освобождению, независимости, прогрессу. Это историческая закономерность реализуется и в адрес народа Донбасса.

#### Список литературы:

1. Миршаймер Д. Повышая ставки / Д. Миршаймер // Завтра. – 2022. – № 10. – С. 4.
2. Полянина П. Украина – плацдарм агрессии против России / П. Полянина // Зарубежное военное обозрение. – 2022. – № 4. – С. 11–16.
3. Путин В.В. О признании независимости и суверенитета Донецкой Народной Республики и Луганской Народной Республики / В.В. Путин // Военная мысль. – 2022. – № 3. – С. 16.
4. Стрелецкий Я.И. Петля анаконды / Я.И. Стрелецкий, С.В. Януш // Армейский сборник. – 2021. – № 5. – С. 6–15.
5. Макарьев М. Америке нужны враги / М. Макарьев // Российская газета. – 2022. – № 93. – С. 7.
6. Украинская армия – 2021 г.: вооружение и боеспособность, 30.09.2022. – URL : <http://sputnik-georgia.ru/20210818/UkrainSKaya-armiya--2021-vooruzhenie-i-boesposobnost-252614804>
7. Не замечать роли США в развязывании войн по всему миру – это лицемерие // Зарубежное военное обозрение. – 2022. – № 5. – С. 104.
8. Вильданов М. Военно-биологические лаборатории на Украине / М. Вильданов, Н. Новикова, О. Метров // Зарубежное военное обозрение. – 2022. – № 6. – С. 38–42.
9. Костиков В. Культура массового поражения / В. Костиков // Аргументы и факты. – 2022. – № 14. – С. 9.



УДК 3702

**АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ  
НА СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЯХ. ТВОРЧЕСКАЯ ДИСКУССИЯ НА СЕМИНАРЕ**



**ACTIVATION OF COGNITIVE ACTIVITY OF CADETS  
IN SEMINAR CLASSES. CREATIVE DISCUSSION AT THE SEMINAR**

**Кашин В.А.**

кандидат исторических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Кодис О.Ю.**

кандидат экономических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье раскрываются психологические особенности активизации познавательной деятельности курсантов на семинарских занятиях по социально-экономическим дисциплинам. Раскрываются понятие, методика развертывания творческой дискуссии на семинаре. Дается характеристика психологии некоторых актуальных процессов образовательной деятельности в ходе семинарских занятий в военно-учебных заведениях.

**Ключевые слова:** научное мышление, творческая дискуссия, проблемное обучение, поисковые эвристические методы, аннотация, рецензирование, дидактическая цель, диалектический подход.

**Kashin V.A.**

PhD in Historical Sciences,  
Associate Professor Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kodis O.Yu.**

PhD in Economic Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article reveals the psychological features of the activation of cognitive activity of cadets at seminars on socio-economic disciplines. The concept and methodology of unleashing creative discussion at the seminar are revealed. The characteristic of psychology of some actual processes of educational activity during seminars in military educational institutions is given.

**Keywords:** worldview knowledge, holistic perception, dynamics of development, modeling of social reality, independent scientific thinking, creative discussion, problem-based learning, search heuristic methods, abstract, review, didactic goal, dialectical approach. ctive and deductive methods of presentation, cognitive activity.

Семинарские занятия проводятся по наиболее сложным во просам (темам, разделам) учебной программы и имеют целью углубленное изучение учебной дисциплины, привитие обучающимся навыков самостоятельного поиска и анализа учебной информации, формирование и развитие у них научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение [4].

В настоящее время семинары имеются в учебных планах всех вузов, поскольку способствуют расширению общего научного кругозора, ознакомлению обучающихся с важнейшими проблемами и исследованиями в избранной отрасли наук.

В практике работы используются в основном три типа семинаров:

- 1) способствующие углубленному изучению определенного систематического курса;
- 2) способствующие изучению отдельных основных или наиболее важных тем (проблем) курса;
- 3) семинары поискового, исследовательского характера с независимой от лекций тематикой.

В зависимости от времени проведения указанные семинары подразделяются на: промежуточные, рубежные и итоговые по темам и разделам курса.

Успех семинара, активность слушателей на нем закладываются на лекции, которая, как правило, предшествует семинару. Лекционный курс, его содержательность, глубина, эмоциональность в значительной мере определяют уровень семинара.

В последнее время в педагогической печати появляются тревожные сигналы о том, что семинары утратили былую активность. Организовать эвристическую беседу, а тем более дискуссию, преподавателям становится все труднее.

Во многом это является следствием пассивного восприятия лекций. Пассивность слушателей на лекции, главными причинами которой является слабое содержание лекционного материала, низкий уровень методического мастерства преподавателей, в свою очередь, ведет к определенной пассивности на семинарах. Преодолеть этот недостаток можно, но для этого необходимо прежде всего исключить элементы формализма на всех этапах подготовки и проведения семинара, возродить эвристическую беседу и дискуссии на занятии, в организацию и проведение семинаров ввести элементы проблемности, творчества, основанные на вскрытии и разрешении противоречий, частично-поисковых (эвристических), исследовательских методах проведения семинаров.

На семинарах, коренные теоретические проблемы темы рассматриваются, как правило, в **докладах** (20–25 мин).

Доклад на семинаре преследует несколько целей. Первая цель – глубоко раскрыть один из важных теоретических вопросов темы семинара, и *тем самым дать слушателям* новый познавательный материал. Вторая – научить слушателя-докладчика самостоятельной творческой работе над литературой, делать необходимые обобщения по заданной теме и доступно излагать ее аудитории. Третья цель – постановка в докладе ряда конкретных вопросов творческого характера, привлекающих внимание слушателей к глубоким сущностным сторонам темы, стимулировать их активность на семинаре, вызвать творческую дискуссию вокруг отдельных, заранее намеченных преподавателем проблем.

При подготовке доклада важно добиться самостоятельного творчества курсантов, свести к минимуму или вовсе исключить простой пересказ печатного источника. Творческий подход к теме доклада нужно стимулировать психологически. Одним из таких средств является подбор преподавателем и постановка перед будущим докладчиком для включения в рабочий план вопросов творческого характера т.е. таких вопросов, которые требовали бы от докладчика творческого поиска, а не бездумного переписывания готовых мыслей и ответов.

Кроме докладов, преподаватель может заранее поручить отдельным слушателям краткие (на 8–10 мин.) **фиксированные выступления** по вопросам, на которые надо обратить особое внимание слушателей, так как по разным причинам (из-за недостатка литературы, неодинакового уровня подготовки и т.д.) не всё они могут подготовиться по ним. В этих случаях желательно подбирать для выступлений лучших курсантов.

Иногда целесообразно поручить такое выступление и мало активному слушателю преследуя цель вовлечь его в активную работу семинара, помочь преодолеть робость, неуверенность, ибо часто психологической причиной пассивности того или иного слушателя, бывает чувство неуверенности, неловкости выступать по вопросу, который, как кажется ему, другие знают лучше его. Именно в этом случае лучше всего поручать такому слушателю выступление по вопросу, который остальные не изучали.

Особо надо сказать **об аннотациях**. В чем суть и назначение данной формы работы? Преподаватель по каким-то соображениям считает необходимым привлечь внимание слушателей к какому-либо источнику, который не рекомендован к семинару в списке обязательной литературы. В этом случае он может поручить кому-то из слушателей прочитать данную книгу (брошюру или статью), и подготовить краткое описание её содержания с отзывом о степени раскрытия в ней отдельных вопросов, т. е. дать аннотацию. При этом желательно так проинструктировать курсанта, чтобы при подготовке аннотации он стремился не к пересказу всего содержания работы, а остановился бы на ее наиболее интересных местах, одновременно советуя слушателям самим прочитать работу. Цель выступления с аннотацией – вызвать у слушателей интерес к книге, желание самостоятельно ее изучить.

Подобную же цель могут преследовать такие формы работы со слушателями, как поручение некоторым из них проведения обзоров новой научной литературы или рецензирования, отдельных статей или брошюр по рассматриваемому вопросу.

В психологическом отношении аннотирование, рецензирование, обзоры привлекательны для слушателей потому, что здесь имеется возможность проявить свои творческие способности, а выступление перед товарищами с новым для них материалом, выслушивается обычно с интересом, что вызывает чувство определенной гордости и удовлетворения.

Именно поэтому такая работа помогает преподавателю активизировать познавательную деятельность слушателей до семинара и в ходе его.

Высшим показателем, деловой активности слушателей на семинарском занятии является **творческая дискуссия**. Однако вызвать дискуссию не всегда удается. Бытует даже мнение, что по некоторым темам дискуссия вообще невозможна, ибо все там ясно (в том смысле, что нет различий в толковании), что при наличии согласия с теоретическими положениями нет якобы почвы для дискуссий и что они, мол, уместны только при наличии; в науке нескольких точек зрения. Верно ли такое мнение? Нет, неверно.

На учебном семинаре почвой для дискуссии является различие в понимании, в толковании, в усвоении теории слушателями. В науке точка зрения может быть одна и причем не вызывать никаких сомнений, т.е. быть бесспорной для слушателей. Однако в понимании сути этой теории особенно применительно к жизни, у них могут обнаружиться различия. Другими словами, вместо единообразного, адекватного и потому правильного понимания данной теории у слушателей из-за неодинакового понимания может оказаться несколько различных (верных и неверных) точек зрения на вопрос. Дидактическая цель дискуссии в том и заключается, чтобы обнажить эти различия в понимании вопроса и в споре установить истину, вернее, выработать единую точку зрения на вопрос, соответствующую истине.

Творческие дискуссии активно формируют научные мышление и мировоззрение, закаляют качества полемиста, страстного и непримиримого борца за научность, истину и объективность [6].

Итак, дискуссия очень желательна на семинаре, она всегда полезна и нужна. Но всегда ли она возможна? Психологический анализ показывает, что и возможна она в принципе тоже, всегда, т.е. при обсуждении любой темы. Причиной того, что дискуссия не всегда получается, является или предубежденное отношение к ней одних преподавателей или неумение других соответствующим образом сформулировать вопросы к слушателям. Все зависит от того, как ведет преподаватель занятие, как ставит вопросы. Дело в том, что стимулом для начала дискуссии всегда служит вопрос, поставленный перед группой. Он может, быть сформулирован преподавателем или может возникнуть у слушателей в ходе занятия или при подготовке к нему. Но не всякий вопрос вызовет дискуссию, а только тот, который стимулирует самостоятельную мысль, заставляет думать и высказывать свое мнение, свою точку зрения. Если обратиться к приведенной выше классификации вопросов, то эту роль могут выполнять вопросы продуктивно-познавательного характера. При этом важно иметь в виду, что дискуссия – не самоцель, другими словами, вопросы ставятся не специально для – дискуссии, а для выяснения степени понимания сути проблемы, и лишь тогда, когда обнаруживается различное понимание вопроса, только тогда попытки правильно осветить вопрос приобретают характер дискуссии [1].

Это очень важно помнить потому, что дискуссия – не про сто хороший показатель активности занятия, а средство достижения цели – глубокого усвоения науки. И если это помнить, то не будет дискуссий не по существу, дискуссий схоластических, а будут серьезные раздумья вокруг основных проблем темы.

Рассмотрим это на конкретном примере. Так, на семинаре по философии после того, как слушатели в общем и целом разобрались в существе закона взаимного перехода количественных изменений в качественные преподавателем был поставлен вопрос, рассчитанный на выяснение особенности проявления этого закона в жизни общества: «Является ли скачком, качественным изменением переход от доминирующей стадии капитализма к монополистической?». Как он и предполагал, мнения разделились: одни ответили, что является, другие – нет. Первые в пользу своей точки зрения привели существенные аргументы о качественных отличиях монополистического капитализма от доминирующей. Им возразили вторые, выдвигая не менее веские

аргументы. В заключение они сказали, что формация сохранилась, поэтому какая же может быть речь о качественном скачке. После таких замечаний сторонники первой точки зрения заколебались; не найдя убедительных контраргументов, т.е. по существу начали соглашаться с тем, что отличительные признаки монополистического капитализма не являются качественными. Это было неправильно и говорило о том, что слушателями понят закон недостаточно глубоко и всесторонне. Но ведь неправы и вторые. Суть ошибки и тех и других заключается в том, что они подходили к вопросу односторонне, не диалектически: одни видели качественные изменения в рамках одной формации, но зато не могли возразить своим оппонентам, считающим это недостаточным для признания наличия скачка. Скачок же, по ошибочному мнению последних, может иметь место только при смене одной формации другой, внутри же одной формации, поскольку остаются неизменными основные признаки формации, скачка якобы не происходит.

Чтобы направить мышление слушателей на признание правильности точки зрения уже сдающих было свои позиции первых, преподаватель предложил подумать над проблемой вместе. Размышляя коллективно над этим вопросом, слушатели без прямой помощи (подсказки) преподавателя пришли к выводу, что качественные измерения могут иметь место на разных уровнях в разных совокупностях. В частности, переход к монополистическому капитализму – это скачок внутри одной формации – капиталистической, а переход к коммунизму (социализму) – это уже скачок на другом уровне, скачок как переход от формации к формации.

Что характерно для данной дискуссии?

Во-первых, преподаватель поставил творческую задачу на применение философских знаний (закона диалектики) к анализу объективной действительности. Цель – выяснить умение применять философскую теорию на практике. Как и следовало ожидать умение это оказалось не сформированным, – не обнаружилось единого подхода к решению такой задачи, так как у слушателей еще не было глубокого понимания самой теории.

Во-вторых, преподаватель не, спешил вмешиваться в спор.

В-третьих, преподаватель стимулировал не память, а мышление.

В-четвертых, в ходе дискуссии преподаватель всегда держал в руках нить спора и не давал уйти, ему в сторону - от вопроса о скачке, о качественном изменении.

В-пятых, в результате дискуссии слушатели не только проиллюстрировали философское понятие скачка конкретным примером, не только проанализировали с его помощью конкретное объективное явление, но и приобрели принципиально новое для себя знание - знание о необходимости рассматривать вопрос диалектически, анализировать явление не в случайном, а в строго определенном отношении. Благодаря дискуссии они также углубили свое знание данного закона диалектики, усвоили, что скачки могут быть на разных уровнях, внутри разных совокупностей рассматриваемых явления (скачок внутри одной формации и скачок, от формации к формации). Дискуссия в психологическом отношении очень привлекательна для слушателей, которые становятся активными участниками поиска истины, как бы «до всего доходят сами», ибо руководство преподавателя внешне незаметно, свободно от мелочной опеки, лишено назидательного тона, обычно лишаящего слушателей чувства уверенности. Руководство преподавателя здесь заключается в умелой постановке вопросов, нужным образом направляющих мысли и высказывания слушателей. И слушатели действительно мыслят и действительно доходят до истины сами, но при направляющей роли преподавателя [1].

От преподавателя при руководстве семинарским занятием требуется не только глубокое знание предмета, но и чуткость, педагогический такт [2]. Такт необходим для создания нужной психологической атмосферы на занятиях, чтобы слушатели, чувствовали себя непринужденно, не стеснялись высказывать свои мысли, если даже не вполне уверены в их правильности, полноте и законченности. Пусть один выскажет что-то одно, другой – другое; третий – третье, вступит в беседу преподаватель, поставит дополнительные, уточняющие или наводящие вопросы, и истина начнет проясняться, а главное, каждый будет чувствовать себя участником творческого процесса, получит большое моральное удовлетворение.

Поэтому совершенно недопустимо обрывать и тем более отчитывать выступающего за ошибочное суждение. Не ошибается только тот, кто пересказывает давно известные мысли, а человек думающий, делающий самостоятельные выводы из прочитанного, может и ошибаться. Порой ошибка одного служит психологически безотказным средством активизации всех слушателей группы. Преподаватель не сам спешит исправить ошибку, а обращается к слушателям и вовлекает их в исправление ошибочной точки зрения. Это важно не только для исправления данной ошибки, но и для воспитания курсантов. Такая практика вооружает слушателей приемами полемики, учит доказывать, искать и находить веские аргументы, рассуждать логически, умело опровергать ошибочную точку зрения, выявлять особенности, причины и следствия изучаемого общественного явления.

Иногда ошибки бывают не столь безобидными, но и здесь полезно не спешить с исправлением, а лучше коллективно в них разобраться. Это всегда оставляет более глубокий след в памяти.

Бояться ошибочных высказываний на занятиях едва ли следует. Такого рода высказывания не только допустимы на занятии, но и в некотором смысле даже помогают преподавателю лучше изучить слушателей, выявляя их уровень знаний и глубину убеждений (без чего трудно формировать научное мировоззрение). А с другой стороны, они позволяют вызвать активную полемику, в результате которой достигается истина. Преподавателя, наоборот, должны настораживать выступления слишком гладкие, когда высказываются вычитанные в книге правильные положения, но не приводятся веские доказательства, отсутствует убедительная аргументация. Пользы от таких выступлений мало, так как они глушат творческую мысль, притупляют интерес к учебе, толкая на путь формального заучивания и зубрежки.

Некоторые преподаватели не очень охотно идут на дискуссии, опасаясь разного рода неожиданных и острых вопросов, по которым он вдруг не сможет дать необходимых разъяснений. М.И. Калинин советовал партийным пропагандистам: «...не уклоняйтесь от ответов, не смазывайте поставленных вопросов. Если не можете тут же ответить на тот или иной вопрос, прямо и скажите: «Вопрос интересный и важный... но сейчас к нему не подготовлен, он мной не продуман, затрудняюсь, как на него ответить. Я выясню... и тогда вам отвечу» [3]. Лучше не пытаться на все возникшие вопросы найти тут же однозначный ответ, лучше отсрочить ответ, чем избегать этих вопросов, избегать дискуссий – этого средоточия творческой мысли, лучшего показателя познавательной активности слушателей.

Для всякой ли аудитории требования к семинару являются одинаковыми?

В своей основе семинар всегда остается семинаром, т.е. средством активного обмена мнениями участников по обсуждаемым вопросам. В этом смысле семинары на младших и старших курсах не различаются. Однако на старших курсах слушатели более подготовлены и поэтому более самостоятельны в подготовке к семинару, увереннее в своих знаниях и смелее в дискуссиях. Это, однако, не означает, что от преподавателя требуется меньше усилий по организации и проведению занятий. Забот и ответственности у него ничуть не меньше, ибо центр тяжести его работы частично перемещается из области организаторской и педагогической в область теоретическую. Другими словами, если на первом курсе преподаватель главным образом занят организацией и контролем самостоятельной работы слушателей и их прямым обучением, то на старших курсах он иногда должен совместно со своими слушателями заниматься научными поисками, то и дело анализировать с научных позиций новые факты, явления и события и отвечать на вопросы, не «предусмотренные программой». Слов нет, от преподавателя на старших курсах требуются более глубокие знания в области теории, умение философски правильно подходить к самым различным сторонам действительности.

Особую трудность представляет руководство **проблемными семинарами**, которые иногда проводятся на старших курсах: для «сквозного» рассмотрения каких-то важных проблем, создавших свою веху в истории развития науки и имеющих большую актуальность в современных условиях. Эти семинары имеют большое значение для формирования научного мировоззрения.

Проблемные семинары по сложности и глубине решаемых задач существенно отличаются от текущих семинаров по отдельным темам. Они требуют от слушателей достаточно высокой теоретической подготовки, свободного владения научной терминологией, хорошего знания отдельных, ранее изученных проблем преподаваемой учебной дисциплины. Проблемные семинары особенно характерны для курса Политологии. Преподавание этого предмета целиком опирается на знания слушателей по истории, экономике, философии, но углубляет и расширяет эти знания. Оно анализирует реальные процессы, делает научные выводы, обобщает их на основе ранее усвоенных знаний, сообщает одновременно принципиально новые знания [5].

Отличительной чертой проблемного семинара является то, что какая-то проблема вычленяется и изучается самостоятельно. При этом проблема берется в целом, независимо от того, когда она сформулирована, когда, где, как она ставилась и решалась, и изучается в динамике своего развития, в тесной связи с конкретной исторической обстановкой. Психологической особенностью (или трудностью) проблемного семинара является нередко встречающееся непонимание слушателями сути проблемы, стремление пересказать содержание того или иного произведения, рекомендованного по теме. Проявляется некий «конкретно-книжный» подход вместо «сквозного» рассмотрения проблемы в ее развитии. Это происходит из-за слабых навыков в самостоятельном творческом обобщении конкретных теоретических положений. Здесь выступает задача научить приемам и принципам обобщения.

Другая психологическая особенность при проведении подобных семинаров заключается в ложной уверенности некоторых слушателей в знании вопросов темы еще до ее изучения. Причиной такого явления служит то, что они действительно ранее изучали эти вопросы (например, в философии, истории, экономике). Осознание того, что эти допросы не раз встречались, изучались, приводит некоторых к ошибочному выводу, что на семинаре достаточно, повторить те положения, которые у них были ранее законспектированы. Такой подход хотя и позволяет выступать на семинаре «по теме», но достаточной теоретической глубины семинару не обеспечивает. Отсутствует все то же «сквозное» рассмотрение проблемы, слушатели видят конкретности, частности, не замечая общего. Если первая особенность связана с недостатком навыков обобщения, то во втором случае примешивается легкое отношение к делу, поверхностность и спешка, граничащие с недобросовестностью. Задача преподавателя не допустить такой самоуверенности, вовремя показать новизну и серьезность темы.

В целом обе эти трудности преодолимы одним и тем же путем – постановкой перед слушателями конкретных вопросов-подпроблем в такой формулировке, которая требовала бы анализа и обобщения, позволяла бы избежать простого пересказа отдельных положений. Такого рода вопросы не только стимулируют мышление, но и направляют его в нужное русло, не давая ему отвлекаться на частности, побуждая к обобщениям. Опыт показывает, что семинару в таких случаях обеспечивается не только глубина теоретического анализа и широта обобщения, но и высокая активность слушателей, принимающая характер творческой дискуссии.

Активность слушателей на семинаре зависит от того, насколько удастся достичь главной цели семинара – проникнуть в глубину темы, заинтересовать слушателей этой глубиной, вызвать у них желание дальше изучать тему, постепенно формируя вкус к самостоятельной учебе. Надо только иметь в виду, что обсудить все вопросы, значащиеся в плане, семинара, с одинаковой и достаточной глубиной не всегда удается.

Психологически выигрывает тот преподаватель, который предпочитает обсудить отдельные вопросы плана, но зато глубоко, чем охватить все вопросы, рискуя впасть в формализм. Дело в том, что стремление во что бы то ни стало «охватить» все вопросы плана семинара непременно ведет к спешке и поверхностному раскрытию вопросов. Более того, преподаватель вынужден то и дело прерывать «во имя плана» всестороннее обсуждение даже важных вопросов, «закрывать» только разгоревшуюся дискуссию, лишать отдельных слушателей возможности высказать свое собственное мнение по затронутому вопросу.

Все это оказывает тормозящее воздействие на самостоятельную творческую мысль слушателей, глушит активность и, главное, не позволяет им проникнуть в глубо-

кую сущность изучаемых явлений. Порой получается так, что все вопросы «охвачены» в выступлениях, но глубокого обсуждения не получилось, семинар не взволновал слушателей, не затронул их чувства, не вызвал у них желания самим в чем-то разобраться глубже, о чем-то поспорить, что-то отстаивать. И все потому, что было некогда. Так происходит всегда, когда глубина обсуждения приносится в жертву «ширине охвата» проблем, и семинар психологически проигрывает, так как не дает пищи ни уму, ни «сердцу». Оптимальным был бы тот семинар, на котором было бы поставлено (т.е. заранее запланировано) вопросов не более, чем возможно с достаточной глубиной обсудить за отведенное время. Однако это не исключает возможности планирования и большего количества вопросов, чем имеется в виду обсудить, так как план семинара является одновременно руководством и для самостоятельной работы, является задачей слушателю для подготовки к семинару.

Если внимательно проанализировать, какие же семинары остаются надолго в памяти слушателей, то это оказываются те из них, на которых была жаркая дискуссия, столкновение мнений, на которых ставились вопросы, заставляющие мыслить и рассуждать. Опрос показал, что некоторые выпускники военных вузов через 5–7 лет в «живых образах и ярких красках» воспроизводят обстановку отдельных семинаров вплоть до конкретных вопросов и частных точек зрения, которые отстаивались в дискуссии теми или иными слушателями, помнят, кто, о чем и как высказывался, как подвел итоги преподаватель. И, наоборот, не могли вспомнить содержательной стороны ни одно го из тех семинаров, на которых, по их же воспоминаниям, преподаватели стремились охватить все вопросы плана. Сама манера ведения семинара и его методика остались в памяти, содержание забылось. Не это ли показатель цены методики?

Ведь та методика хороша, которая обеспечивает прочное усвоение содержания учебного материала, но сама при этом может остаться и незамеченной.

Таким образом, **основными психологическими требованиями к семинарам являются:**

– обеспечение самостоятельности мышления слушателей при подходе к изучаемым вопросам, достижение глубокого понимания их существа, а также умения связывать теорию с жизнью;

– максимальная активность слушателей во время семинара, для чего;

а) необходима постановка вопросов, требующих репродуктивного и продуктивного мышления;

б) немаловажное значение имеет также диалоговая, двусторонняя форма ведения занятия, когда преподаватель и слушатели выступают как бы равноправными партнерами в процессе обмена мнениями;

в) работа мысли должна направляться так чтобы в русле обсуждения оказались наиболее важные вопросы изучаемой темы;

г) предпочтительнее обсудить глубже ограниченный круг вопросов (узловые вопросы), чем поверхностно затронуть много вопросов;

– творческая атмосфера на занятии, вызывающая дискуссии, непринужденность и уважение к мнению каждого участника семинара, дружелюбие и терпимость друг к другу в случае расхождения мнений по одному и тому же вопросу, поощрительное отношение преподавателя к слушателям, высказывающим оригинальную, собственную точку зрения на вопрос, сочувствие и желание помочь ошибающемуся [2];

– стимулирование творческой мысли слушателей таким образом, чтобы у них возникло острое желание еще глубже разобраться в основных вопросах темы путем самостоятельного чтения литературы, т.е. семинар должен давать заряд на последующую самостоятельную работу – должен не только глубоко обсуждать вопросы, но и ставить их вновь, формировать их заново, уже шире и глубже.

**Только при этих условиях семинар будет интересным по форме, глубоким по содержанию, будет стимулировать активную самостоятельную работу, приносить моральное удовлетворение как слушателям, так и преподавателю.**

**Список литературы:**

1. Бадмаев Б.Ц. Психологическая характеристика процесса преподавания общественных наук в военно-учебном заведении / Б.Ц. Бадмаев // Лекции прочитанные в Военно-политической академии. – М. : ВПА, 1972. – С. 63–76.
2. Вдовюк В.И. Педагогический такт советского офицера / В.И. Вдовюк // Труды академии. – М. : Изд. ВПА, 1969. – № 64.
3. Калинин М.И. О коммунистическом воспитании. – М., 1968. – С. 112, 312.
4. Приказ МО РФ от 30.05.2022 г. № 308 «Об организации образовательной деятельности в федеральных государственных организациях, осуществляющих образовательную деятельность и находящихся в ведении МО РФ». – Ч. II. – П. 27.
5. Методика. Основные формы и методы активного обучения. – URL : <http://prochee/state/1/15-1-0-91>
6. Методика организации и управления учебной дискуссией. – URL : [http://12\\_40134\\_metodika-organizatsii-i...](http://12_40134_metodika-organizatsii-i...)
7. Организация учебной дискуссии /Урок-семинар. – URL : [http://3\\_metodika/analiz/net 10 htm](http://3_metodika/analiz/net 10 htm)



УДК 371

**ИСТОКИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ  
КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ**



**SOURCES OF DOMESTIC AVIATION AS A FACTOR  
IN THE DEVELOPMENT OF THE AIR FORCE**

**Ясиновский А.В.**

кандидат философских наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Yasinovsky A.V.**

PhD in Philosophical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье освещается развитие отечественной авиации на начальном этапе ее зарождения, вклад русских ученых в создание и развитие авиационной науки и техники. Анализируются исторические источники, позволившие Военно-воздушным силам Российской Федерации в современных условиях, стать одним из главных гарантов обеспечения национальной безопасности России, ведущей державой в военно-авиационной отрасли мира.

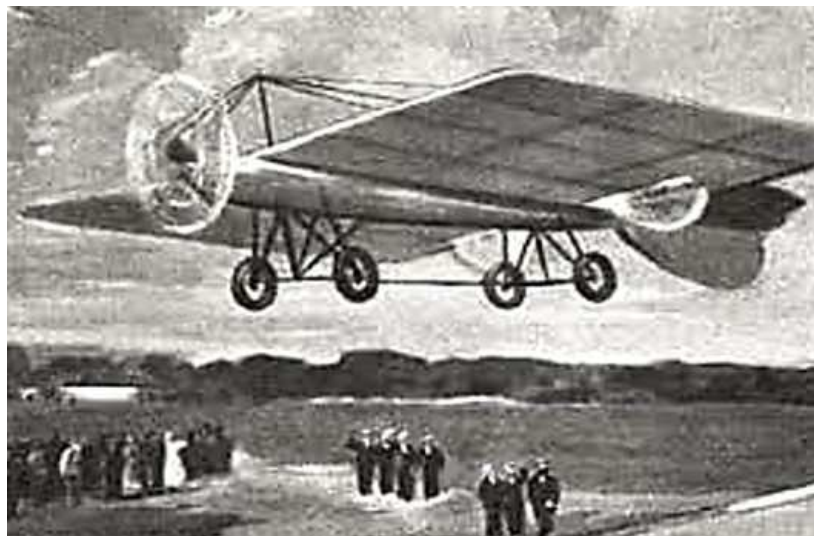
**Abstract.** The article highlights the development of domestic aviation at the initial stage of its origin, the contribution of Russian scientists to the creation and development of aviation science and technology. The historical sources are analyzed, which allowed the Air Force of the Russian Federation in modern conditions to become one of the main guarantors of ensuring the greatest security of Russia, the leading power in the military aviation industry of the world.

**Ключевые слова:** авиация, летательный аппарат, аэродинамика, наука, авиационная техника.

**Keywords:** aviation, aircraft, aerodynamics, science, aviation technical.

Основные аспекты развития отечественной авиации, требуют исторического осмысления создания Военно-воздушных сил страны, как одного из видов Вооруженных Сил.

От первого в мире самолета, построенного А.Ф. Можайским, до современных авиационных комплексов прошла целая эпоха. Именно 1882 год вошел в историю человечества как начало века авиации (от латинского «avis» – птица).



В этом году талантливый изобретатель, русский офицер Александр Федорович Можайский, построил первый в мире самолет и начал его испытания в воздухе.

Более четверти века А.Ф. Можайский посвятил реализации своей идеи – созданию летательного аппарата тяжелее воздуха. Открытиям А.Ф. Можайского предшествовала многолетняя творческая деятельность других русских ученых изобретателей.

Одним из них был основоположник отечественной науки Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765 гг.). Впервые ученый сделал сообщение о принципе своего летательного аппарата на заседании Российской академии наук в начале 1754 г. В своем аппарате М.В. Ломоносов применил компенсирование реактивного момента несущего винта, применив схему аппарата с двумя соосными несущими винтами (имеющими общую ось вращения), вращающимися в противоположных направлениях.

Военный русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907 гг.) также неоднократно в своих научных трудах указывал на важность изучения проблем воздухоплавания.

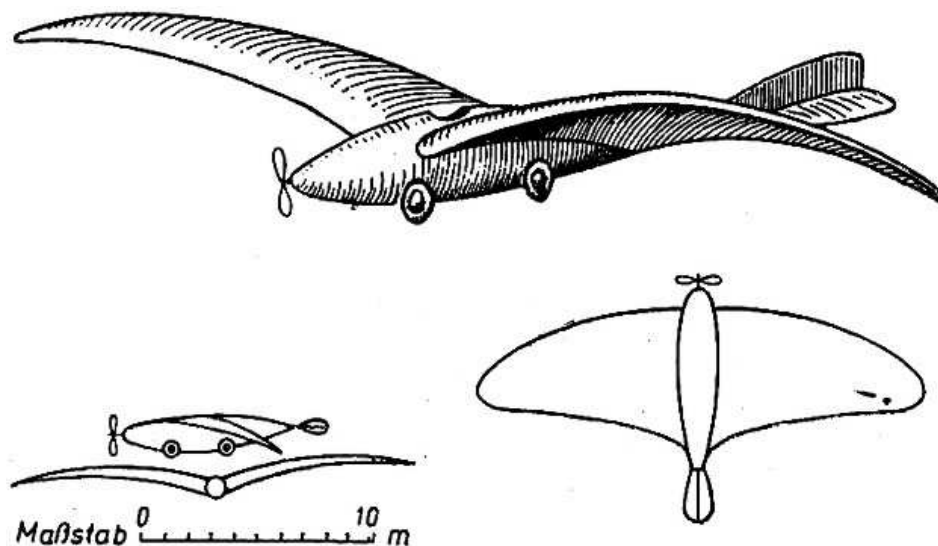
Работа Д.И. Менделеева «О сопротивлении жидкостей и воздухоплавании» (1880 г.) стала основным руководством для многих русских исследователей и изобретателей, работавших в области воздухоплавания и авиации, еще на долгие годы.

Д.И. Менделеев активно помогал первому строителю самолета А.Ф. Можайскому, знаменитому К.Э. Циолковскому и многим другим исследователям.

В 1882 году русский офицер, Александр Федорович Можайский, построил спроектированный им самолет и летом этого же года во время испытаний, самолет поднялся в воздух. Но на этом самолете стоял паровой двигатель, имевший большой вес и неудобный при обслуживании, а поэтому был способен сделать только небольшой полет. Смерть А.Ф. Можайского 21 марта 1890 г. прервала его работы над созданием более современного самолета. Однако идеи Можайского, его достижения не остались без последователей и продолжателей.

В 1894 году, основываясь на опытах А.Ф. Можайского и развивая его идеи, К.Э. Циолковский разработал проект самолета, представляющего собой свободнелетящий моноплан с тянущим винтом. Особое внимание К.Э. Циолковский обратил на улучшение обтекаемости самолета, как важнейшего фактора, повышающего скорость полета.

Он так же предусматривал применение свободнелетящего крыла, основу которого предполагалось сделать из полых металлических труб.



Основоположником теоретической, экспериментальной и прикладной аэродинамики стал выдающийся русский ученый профессор Николай Егорович Жуковский (1847–1921 гг.). Его выдающиеся труды в области механики и аэродинамики, заложили основы для всей мировой авиационной науки. При всей многогранности творческой деятельности Н.Е. Жуковского главным в ней была разработка проблем гидро- и аэродинамики, вызванных к жизни потребностями зарождавшейся авиационной техники. Так труд Н.Е. Жуковского «О парении птиц» (1891 г.) лег в основу новой науки – динамики полета. В этой работе он пришел к важному выводу об условиях, при которых летящая птица как бы автоматически сохраняет постоянный угол атаки крыла и постоянный угол крена.

Рассматривая криволинейный полет, Н.Е. Жуковский утверждал, что подъемная сила крыльев птицы при выполнении такой фигуры, как петля, будет при перемещении по траектории резко изменяться: в нижней точке траектории полета, она будет превышать вес птицы, более чем в три раза. Условия выполнения петли в вертикальной плоскости ученым были разработаны весьма обстоятельно, с выяснением всех основных явлений, происходящих при этом маневре.

Свои теоретические исследования Н.Е. Жуковский умело обосновал эмпирически. Для этого он вместе со своими учениками построил в кабинете механики, Московского университета, аэродинамическую трубу. Здесь же был построен прибор для испытания воздушных винтов, как несущих, так и движущих. «Начиная ... с 1902 г., после того как мной была построена первая галерея для искусственного потока воздуха для аэродинамических исследований, среди работ кабинета, производимых студентами под моим руководством, образовалась определенная группа исследований по вопросам аэродинамики и воздухоплавания» [1, с. 269].

В аэродинамической трубе и на специальном приборе был проведен ряд исследований и опытов, которые привели Н.Е. Жуковского к важному открытию, позволившему правильно объяснить происхождение подъемной силы крыла самолета.

Вместе с Н.Е. Жуковским над вопросами теории авиации работал и другой выдающийся ученый-аэродинамик Сергей Алексеевич Чаплыгин (1869–1942 гг.). В 1886 г. С.А. Чаплыгин поступил в Московский университет, профессором которого в то время был Н.Е. Жуковский. Своими незаурядными математическими способностями С.А. Чаплыгин привлек к себе внимание Н.Е. Жуковского, вскоре поручившего ему сделать несколько расчетов по аэрогидромеханике, которая была выполнена отлично.

В 1905 г. С.А. Чаплыгин опубликовал свою работу «О газовых струях», которую вскоре защитил как докторскую диссертацию. В последствии этот труд явился основой одного из разделов аэродинамики – газовой динамики, изучающей движение сжимаемых газообразных тел.

Наука о полете год за годом обогащалась новыми исследованиями и выводами.

Неоценимый вклад в развитие отечественной авиации внес русский ученый Константин Эдуардович Циолковский (1857–1935 гг.).

Уже в 1884 г. К.Э. Циолковский начал обстоятельно заниматься проблемами воздухоплавания. Он пришел, так же как и А.Ф. Можайский, к выводу о том, что применение в аэродинамике, так называемой ударной теории Ньютона, нецелесообразно, так как формула Ньютона приводит к ошибочным выводам о невозможности осуществить полет на неподвижных крыльях из-за того, что возникшая при их движении в воздухе подъемная сила слишком ограничена по своей величине.

По мнению К.Э. Циолковского, весь самолет должен иметь форму, хорошо обтекаемую при движении в воздухе, а крылья должны иметь толстый профиль. Почти за четверть века К.Э. Циолковский предвидел возможность изготовления самолетов из металлов, выгодность применения гофрированного листового металла для обшивки крыльев и фюзеляжа, необходимость перехода к свободонесущим монопланам и к более совершенным аэродинамическим формам самолетов.

В дальнейшей К.Э. Циолковский занялся созданием новой отрасли науки – ракетодинамики. В своей книге «Вне земли» он привел расчеты полета ракеты, таблицу скорости и пройденного пути ракеты в зависимости от времени полета.

Несмотря на выдающиеся достижения русских ученых в воздухоплавании и самолетостроении, в начале XX в. Россия не имела необходимой промышленной базы для производства самолетов. Правительство не выделяло достаточных средств для развития авиации, считая ее второстепенным средством в военной области [2, с. 9–10].

Конец XIX – начало XX вв. вошли в период человечества как период зарождения авиации. В 1882 г. выдающийся русский изобретатель А.Ф. Можайский, основываясь на достижениях отечественной научной мысли и талантливых ее представителей – М.В. Ломоносова, Д.И. Менделеева, и многих других, построил первый в мире самолет. Это ознаменовало появление нового вида техники, до сих пор не изведенного. При всем этом самолет, построенный русским изобретателем А.Ф. Можайским, содержал в себе все основные черты современного самолета.

Огромное значение для развития российской авиации, в том числе и военной, имел Высочайший Указ Николая II от 12 августа 1912 года об образовании воздухоплавательных частей в России, давший огромный рывок в развитии современных видов авиационной техники [3, с. 72]. По пути, проложенному русскими учеными и изобретателями, стала развиваться авиация во всех странах мира.

Процесс развития Военно-воздушных сил это прежде всего качественные изменения оружия, техники, личного состава, сферы управления и военной науки. В этом также детерминировано действие диалектического закона двойного отрицания, когда поддерживается преемственность прошлого, настоящего и будущего. Это позволяет обеспечивать взаимосвязь между старым и новым, непрерывность самого процесса развития [4, с. 251–252].

#### **Список литературы:**

1. Жуковский Н.Е. Полное собрание сочинений. – 1937. – Т. 5. – С. 269.
2. Медведев В.И. Военная история, Зарождение и развитие Военно-воздушных сил : учеб. пособие / В.И. Медведев, Д.А. Шишленин. – Краснодар : Краснодарское ВВАУЛ, 2017. – Ч. 3.
3. Потапов А.Е. История российской авиации – история развития воздушного права России / А.Е. Потапов // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 72–75.
4. Ясиновский А.В. Социально-философские аспекты развития Воздушно-космических сил России / А.В. Ясиновский // Межвузовский сборник научных трудов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2021. – Вып. № 25.
5. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145.
6. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.
7. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. 2020. – Краснодар, 2020.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**



**METHODOLOGICAL APPROACH IN THE ORGANIZATION  
E-LEARNING AT THE UNIVERSITY**

**Духанин М.М.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье сделана попытка сформировать требования к организации электронного обучения в вузе с точки зрения таких методологических подходов как деятельностный, процессный, ресурсный и феноменологический выявив особенности организации электронного обучения в рамках каждого из них. Для этого процесс электронного обучения рассмотрен через призму методологических подходов с целью выявления особенностей его организации и ключевых требований.

**Ключевые слова:** электронное обучение, методологические подходы, деятельностный подход, процессный подход, ресурсный подход, феноменологический подход.

**Dukhanin M.M.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article attempts to form requirements for the organization of e-learning in higher education from the point of view of such methodological approaches as activity-based, identifying the features of the organization of e-learning within each of them. To do this, the e-learning process is considered through the prism of methodological approaches in order to identify the features of its organization and key requirements.

**Keywords:** e-learning, methodological approaches, activity approach, process approach, resource approach, phenomenological approach.

**Н**овая парадигма образования информационного общества стала причиной актуальности применения электронного обучения в высшей школе. В настоящее время в России происходит бурное развитие электронного обучения, что определяет перелом в направлении роста интереса к данному обучению, активному внедрению его в образование. Анализируя, опыт внедрения электронного обучения в вузе, выявлены основные схемы организации электронного обучения в зависимости от взаимодействия субъектов образовательного процесса: дистанционное обучение, комбинированное и открытое обучение [1].

В таблице 1 представлены особенности форм взаимодействия субъектов образовательного процесса на основе различных схем организации электронного обучения. Использование электронного обучения в вузе и отсутствие четких требований ставит перед преподавателем актуальный вопрос о том, как правильно организовать процесс электронного обучения для достижения продуктивных результатов. В данной статье сделана попытка сформировать требования к организации электронного обучения в вузе с точки зрения таких методологических подходов как деятельностный, выявив особенности организации электронного обучения.

Таблица 1 – Взаимодействие объектов образовательного процесса

Схема организации электронного обучения	Формы взаимодействия объектов образовательного процесса
Дистанционное обучение	Взаимодействие обучающегося и преподавателя целенаправленное опосредованное или не полностью опосредованное. Ориентирована, прежде всего, на взаимодействие обучаемого с образовательными ресурсами и самообучение
Комбинированное обучение	Активное взаимодействие между всеми объектами образовательного процесса. Преобладает интерактивное взаимодействие как в очной форме, так и в электронной информационно-образовательной среде
Открытое обучение	Взаимодействие обучающегося в виде консультаций с преподавателем-консультантом или тьютором для определения стратегии обучения (рабочий план, график занятий, форма поддержки) в соответствии с потребностями и интересами обучающегося

Деятельностный подход. Концепцию «учения через деятельность» предложил американский ученый Д. Дьюи. Основные принципы его системы: учет интересов обучающихся; учение через обучение мысли и действию; познание и знание – следствие преодоления трудностей, свободная творческая работа и сотрудничество [5].

В таблице 2 представлена модель электронного обучения, разработанная на основе деятельностного подхода.

**Таблица 2** – Модель электронного обучения на основе деятельностного подхода

Обучающийся			
Цель	Мотив	Потребность	
Учебный процесс			
Постановка учебной задачи	«Открытие» нового знания	Получение результата	Самоконтроль и самооценка
Координатор		Организатор	
Источник информации			
Преподаватель			

Основными субъектами электронного обучения такой модели являются обучающийся и преподаватель. Преподаватель стремится к повышению самостоятельной познавательной активности обучающихся. Деятельность преподавателя при деятельностном подходе заключается не в «передаче» знаний, а в проектировании, организации и управлении учебной деятельностью. В отношении обучающегося деятельностный подход предполагает осознание целей в процессе обучения, решения поставленных преподавателем задач и необходимость быть в ответе за результаты своей деятельности.

Процесс обучения в рамках деятельностного предполагает этапы:

1. Постановка учебной задачи.
2. «Открытие» обучающимися нового знания.
3. Первичное закрепление.
4. Задача четвертого этапа – самоконтроль и самооценка.

При реализации процесса электронного обучения при таком подходе преподавателю необходимо организовать деятельность обучающегося, обеспечив обязательным механизмом обратной связи (оценивание результатов обучения, тестирование, форумы, вебинары и т.д.). Преподаватель уже выступает не как источник информации, а как организатор, координатор учебной деятельности обучающихся.

Процесс обучения может выглядеть как получение задания – выполнение его в предоставленной информационной среде – предоставление консультаций – возвращение ответа – получение оценки (рецензии) и нового задания. Электронное обучение, в этом случае, требует и особого внимания к электронным образовательным ресурсам. При разработке структуры и содержания электронно-образовательного ресурса необходимо учитывать такие принципы, как [4]:

- модульность (представление учебного материала в виде модулей, минимальных по объему, но взаимосвязанных по содержанию);
- полнота (модули имеют единый набор обязательных компонентов, теория, тесты или контрольные вопросы и примеры);
- наглядность (модули максимально обеспечиваются иллюстративным материалом).

В таблице 3 представлены ключевые требования к организации электронного обучения на основе деятельностного подхода.

Процессный подход. Основу процессного подхода заложил А. Файоль, которого называют «отцом менеджмента». Являясь автором «школы административного управления», он считал основными функциями менеджмента предсказание, планирование, организацию, распоряжение, координирование и контроль.

**Таблица 3** – Ключевые требования к организации электронного обучения на основе деятельностного подхода

Подход	Требования к организации электронного обучения
Деятельностный	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Преподаватель – организатор, координатор учебной деятельности (организация самостоятельной работы с самопроверкой);</li> <li>– Требования к электронным образовательным ресурсам (принцип модульности, полноты и наглядности);</li> <li>– Обязательное предоставление обучающимся обратной связи с преподавателем (рефлексия учебной деятельности)</li> </ul>

Для электронного обучения процессный подход означает, что у каждого образовательного процесса есть заинтересованные стороны, к которым можно отнести всех его субъектов: обучаемых, их родителей, профессорско-преподавательский состав (ППС), административно-управленческий персонал (АУП), учебно-вспомогательный персонал (УВП), работодателей.

Таким образом, с точки зрения процессного подхода, электронное обучение можно представить как набор процессов. Управление образовательной деятельностью основывается на управлении процессами. Каждый процесс при этом имеет свою цель, которая является критерием его результативности и эффективности.

Выявление потребностей всех субъектов образовательного процесса основывается на анализе входной информации, сформулированной в виде мнений, ожиданий, ответов на вопросы относительно проектируемого образовательного процесса. Выявленный комплекс потребностей формируются в требования для проектирования и управления образовательным процессом.

Требования субъектов образовательного процесса являются входной информацией для разработки образовательных программ, программ учебных дисциплин, видов занятий, учебных планов и т.д. Параметры и показатели на выходе блока проектирования и реализации учебного процесса являются основой для мониторинга качества учебного процесса и оценки удовлетворенности всех субъектов достигнутыми результатами и процессом обучения. Удовлетворенность процессом обучения измеряют, сопоставляя ожидания его субъектов и параметры образовательного процесса, планируемые на этапе проектирования образовательного процесса с реально полученными результатами и показателями. Далее разрабатываются управляющие воздействия в виде обратных связей, которые могут поступать для непрерывного совершенствования нормативной базы, норм качества, ресурсов, показателей проектирования, процессов обучения и методик мониторинга и контроля качества.

В таблице 4 представлены ключевые требования к организации электронного обучения на основе процессного подходе.

**Таблица 4** – Ключевые требования к организации электронного обучения на основе процессного подходе

Подход	Требования к организации электронного обучения
Процессный	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Представление электронного обучения как непрерывного процесса функционирования его взаимосвязанных компонент;</li> <li>– Ориентация деятельности всех структурных и функциональных составляющих электронного обучения на качественное достижение общей цели – удовлетворение образовательных потребностей общества, государства, личности</li> </ul>

**Ресурсный подход.** Ресурсный подход в менеджменте основывается на утверждении, что рыночное положение предприятия зависит от сочетания материальных и нематериальных ресурсов фирмы и управлении ими. Основу ресурсного подхода заложила работа английского экономиста Э. Пенроуз «Теория роста фирмы», опубликованная в 1959 г.

При рассмотрении процесса электронного обучения в рамках ресурсного подхода его можно представить в виде системы взаимосвязанных ресурсов, которые составляют неотъемлемое условие реализации качественного образовательного процесса. Ресурсы представляют собой совокупность материально-технической базы, кадровых и информационных ресурсов.

Кадровые ресурсы – специально подготовленный профессорско-преподавательский состав, административный персонал, персонал других категорий, занятый в ЭО. Особое место в процессе обеспечения качественного электронного обучения занимает тьюторская деятельность. Информационные ресурсы – это учебно-методическое обеспечение, учебники, электронные учебно-методические комплексы дисциплин (ЭУМК), образовательные программы, учебные планы, информационно-образовательная среда и др. Информационные ресурсы, обеспечивающие процесс электронного обучения, должны обладать рядом свойств, присущих специфике образовательного процесса. Материальные ресурсы – материально-техническая база, системы технической и технологической поддержки, программные продукты общего и специального назначения и др. В таблице 5 представлены ключевые требования к организации электронного обучения на основе ресурсного подхода.

**Таблица 5** – Ключевые требования к организации электронного обучения на основе ресурсного подхода

Подход	Требования к организации электронного обучения
Ресурсный	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Электронное обучение требует наличие электронной информационно-образовательной среды;</li> <li>– Наличие интернет-браузера и подключения к сети Интернет;</li> <li>– Наличие качественных электронных образовательных ресурсов;</li> <li>– Развитие компетенций преподавателя в области электронного обучения</li> </ul>

Феноменологический подход. Согласно феноменологическому подходу, поведение человека можно понимать только в терминах его субъективного восприятия и понимания действительности. Вместе с этим, считается, что личность владеет свободой самоопределения, обладает стремлением к совершенству и наделена ответственностью за свою судьбу [2]. Процесс электронного обучения, особенно в рамках дистанционного и непрерывного образования, можно рассмотреть как процесс пожизненного обогащения ресурсного потенциала обучающегося на трех уровнях: личностном, профессиональном, социальном. Феноменологическая модель образования предполагает персональный характер обучения с учетом индивидуально-психологических особенностей обучающегося, бережное и уважительное отношение к его интересам и потребностям.

Процесс электронного обучения в теории феноменологического подхода можно представить как образовательное пространство, формируемое из знаний образовательной среды и знаний информационно-образовательной среды. Знания информационной среды, в которой обучающемуся приходится непосредственно находиться в образовательном процессе, пополняются преподавателями, отвечающими за организацию учебного процесса и наполнение среды электронными обучающими материалами.

Обучающийся вместе с информацией образовательной среды получает и знания из внешнего информационного пространства, из сети Интернет и средств массовой информации, общаясь со сверстниками, родителями. В данном случае информация никем не оценивается и отбирается, кроме как критическим мышлением обучающегося. Функция преподавателя в системе электронного обучения состоит в педагогическом управлении обучающимся и информационной средой, в которой он взаимодействует с обучающимся. В таблице 6 представлены ключевые требования к организации электронного обучения на основе феноменологического подхода.

**Таблица 6** – Ключевые требования к организации электронного обучения на основе феноменологического подхода

Подход	Требования к организации электронного обучения
Феноменологический	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Электронное обучение требует наличие электронной информационно-образовательной среды;</li> <li>– Наличие качественных электронных образовательных ресурсов;</li> <li>– Использование внешней информационно-образовательной среды;</li> <li>– Развитие компетенций преподавателя в области электронного обучения</li> </ul>



Таким образом, выявленные в ходе исследования ключевые требования к организации электронного обучения, рассмотренные через призму методологических подходов, помогут преподавателям не только эффективно организовать процесс электронного обучения, но и повысить свою квалификацию в области электронного обучения с учетом данных требований.

**Список литературы:**

1. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145–154.
2. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.
3. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
4. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
5. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.
6. Нефедовский В.А. Исследование в области развития пространственного мышления будущего военного лётчика / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 2. – С. 226–237.
7. Вешкин С.В. Философия и педагогика как взаимодополнительные формы дискурса и стратегии следования образования / С.В. Вешкин, Р.Р. Черный, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 4. – С. 14–23.
8. Варфоломеева С.В. К вопросу о педагогических технологиях в дистанционном обучении / С.В. Варфоломеева // Гуманитарные и социальные науки. – 2022. – № 1. – С. 132–137.
9. Энсис Е.И. Педагогические условия развития мышления курсантов военных вузов в современном образовании / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2022. – № 5. – С. 150–156.

УДК 378.147

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ РАЗВИТИЯ  
УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ



THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES  
TO THE DEVELOPMENT OF MANAGERIAL COMPETENCE  
OF FUTURE OFFICERS

**Дорохов Д.В.**

кандидат педагогических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Маркевич А.В.**

кандидат военных наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
mark-eisk123@mail.ru

**Исаев Г.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Терехов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается современное состояние и теоретико-методологические подходы развития управленческой компетентности будущих офицеров. Авторы в процессе исследования делают вывод, что под «управленческой компетентностью будущего офицера» можно понимать готовность и способность ставить цель в организации военно-профессиональной деятельности, выбирать адекватные средства для ее достижения. А так же способность продуктивно решать возникающие в реальной ситуации военно-профессиональные задачи, готовность и способность планировать и организовывать как свою военно-профессиональную деятельность, так и деятельность своих подчиненных, обеспечив при этом высокое качество ее реализации.

**Ключевые слова:** военно-профессиональная подготовка, компетентность, педагогический процесс, познавательная активность, инициативность, образовательный процесс, методика, обучающийся.

**Dorokhov D.V.**

PhD in Pedagogical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Markevich A.V.**

PhD in Military Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
mark-eisk123@mail.ru

**Isaev G.R.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Terekhov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** In the article, the authors consider the current state and theoretical and methodological approaches to the development of managerial competence of future officers. In the course of the study, the authors conclude that the "managerial competence of a future officer" can be understood as the willingness and ability to set a goal in the organization of military professional activities, choose adequate means to achieve it, the ability to productively solve military professional tasks arising in a real situation, the willingness and ability to plan and organize as their military professional activities, and the activities of their subordinates, while ensuring the high quality of its implementation.

**Keywords:** military professional training, competence, pedagogical process, cognitive activity, initiative, educational process, methodology, student.

**П**рофессия офицера связана с большим риском как для собственной жизни, так и своих подчиненных, несением ответственности за управление подразделениями в ходе профессиональной деятельности, высоким уровнем военно-профессиональной подготовки, а также готовностью и способностью принимать управленческие решения в экстремальных ситуациях. Все это требует от офицера высокого

уровня сформированности управленческой компетентности. Проблема развития управленческой компетентности является одной из приоритетных задач военно-профессиональной подготовки будущих офицеров. Понятие управленческой компетентности офицера связано не только с умением отдавать приказы. Это, прежде всего, умение управлять собой, коллективом, владение собственным эмоциональным состоянием в сложных условиях, в том числе, и в условиях военного времени, умение принимать важные решения в ограниченные сроки. В Послании Федеральному Собранию Президент России В.В. Путин отметил, что обороноспособность страны во многом зависит от системы подготовки офицерских кадров. На данный момент такая подготовка осуществляется не только в военных вузах, но и в военных учебных центрах при гражданских вузах.

В силу направленности наших профессиональных интересов мы уделяем более пристальное внимание теоретико-методологическим подходам как инструменту исследования управленческой компетентности будущего офицера в процессе военно-профессиональной подготовки. На современном этапе исследователи используют в своих работах, как основную базу, классические подходы, в контексте которых можно рассмотреть развитие управленческой компетентности будущего офицера в процессе военно-профессиональной подготовки в условиях вуза. Среди таковых выделяют деятельностьный, системный, компетентностный, средовой и социализирующий подходы.

Деятельностный подход. Необходимо отметить, что процесс развития управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки в вузе представляется в виде педагогического процесса, который отражает возможности коммуникативного взаимодействия обучающихся с преподавателем. Такое взаимодействие носит характер целенаправленного, содержательного и организационно подготовленного образовательного процесса, основной целью которого является формирование комплекса знаний, умений и навыков обучающихся в ходе обучающего процесса, дальнейшее применение полученных компетенций в военно-профессиональной деятельности. Деятельностный подход является важным поскольку развитие управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки происходит именно в ходе активной деятельности. Деятельностный подход можно рассматривать как особую методологическую основу научного исследования, которая предполагает возможность анализа, представления, описания и моделирования предмета исследования на основе деятельности. В методологической основе большинства исследований используется деятельностный подход, это обусловлено широким его применением в практической части исследования будущего специалиста.

Сама категория «деятельность» носит междисциплинарный характер, так как на современном этапе научного познания, деятельностный подход является объектом исследования в различных науках. Его особенности изучают в психологии, педагогике, философии, социологии, юридических науках и во множестве других наук, так как влияние его методологического значения на результат исследования достаточно велико. В системе основными структурными компонентами являются: мотивы, цели и задачи, а также основанные на них действия и поступки. В системе образования ученые представляют деятельность, как совокупность направленных мер на обеспечение эффективного взаимодействия субъектов образовательного процесса. Деятельностный подход можно реализовать в следующем виде:

1. Возможность совместной работы обучающихся во взаимосвязи, что способствует включению будущих офицеров в совместную деятельность в коллективе военных с учетом их полученного жизненного опыта;

2. Деятельностный подход – это теоретико-методологическая основа исследования проблемы развития управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки в военном учебном центре гражданского вуза;

3. Развитие управленческой компетентности обучающихся осуществляется в совместной работе преподавателя и будущего офицера на основе диагностик и практико-ориентированных процедур при получении знаний и умений основ профессиональной деятельности;

4. Применение деятельностного подхода в исследовании позволяет рассматривать процесс развития управленческой компетентности будущих офицеров, как посто-

янную смену различных видов деятельности в достижении поставленных целей исследования.

Важной категорией деятельности обучающихся в ходе процесса развития их управленческой компетентности вуза является познавательная самостоятельность. Познавательная самостоятельность определяется как навык, формируемый в процессе какой-либо деятельности. Проследить влияние деятельностного подхода на процесс формирования познавательной самостоятельности обучающегося возможно через аспекты формирования личностной картины мира, на основе проявления таких качеств, как инициативность, самостоятельность, ответственность, настойчивость, трудолюбие.

При этом обучающийся становится подлинным субъектом обучения и активно участвует в процессе военно-профессиональной подготовки, что позволяет ему быстро вникнуть в суть профессиональной деятельности, развивая познавательные, коммуникативные и практические навыки, которые являются основополагающими в профессии военного. Важно отметить, что деятельностное значение процесса развития управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки вуза направлен на:

- развитие личностных способностей, познавательной активности, инициативности, трудолюбия, ответственности, самостоятельности и организованности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки;
- создание условий для формирования критического и креативного мышления, потребности в саморазвитии и самосовершенствовании, профессиональной самореализации;
- формирование, развитие и совершенствование проектноисследовательских навыков обучающихся в процессе военно-профессиональной – подготовки в военном учебном центре гражданского вуза;
- рефлексивный анализ и закрепление полученных теоретических знаний обучающихся;
- развитие компетентностей и социализацию обучающихся;
- рефлексивную, обеспечивающую анализ и уточнение целей развития – управленческой компетентности будущих офицеров в условиях военного учебного центра гражданского вуза.

Системный подход. Системный подход чаще всего встречается как теория систем применительно к обучению и воспитанию. Системный подход в образовательном процессе представляется как целостная совокупность компонентов, имеющих тесную взаимосвязь; комплекс взаимодействующих между собой объектов; находящиеся в постоянной связи сущности и отношения. Так, планирование, организация и совершенствование педагогических процессов должно осуществляться с учетом взаимодействия элементов системы образования, всех ее компонентов, как внутри системы, так и с учетом внешних связей с обществом и его институтами. Любое изменение одного элемента системы ведет к изменению других, что особенно важно учитывать при инновациях, реформировании образования. Главной особенностью системного подхода является наличие двух инструментов (плоскостей) моделирования.

Обе плоскости имеют общую направленность, которая подразумевает обязательное построение модели объекта, с целью разработки теории изучаемой системы. К ним относятся: плоскость динамики и структурная плоскость моделирования. Основной акцент в плоскости динамики делается на построение различных каналов взаимоотношений самой системы с внешней средой, хотя при этом эта же система к ней же и относится; также плоскость динамики представляется как трансформация системы во времени – период ее возникновения, метаморфозы эволюции системы, копирование систем и прекращение функционирования; растворение во внешней среде. С помощью структурной плоскости моделирования можно определить как положение системы, так и ее функциональное назначение, как объекта в метасистеме. Также возможно выделить основные структурные компоненты системы и их свойства, внутрисистемные взаимосвязи.

Компетентностный подход. Качественное развитие управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки вуза во многом

зависит от применения компетентностного подхода к данному процессу. Согласно компетентностному подходу, основным является определение общих принципов при построении цели, определение содержания образования, процессов организации образовательной деятельности, а также оценивания результатов обучения. Главными элементами содержания образования при использовании компетентностного подхода являются знания, умения, навыки практической профессиональной деятельности, а также личные качества будущих офицеров.

Попытаемся ответить на вопрос: чем отличается компетентностный подход от классического знаниевого подхода.

Первое – это то, что основным результатом процесса военнoproфессиональной подготовки в военном учебном центре гражданского вуза будет являться не просто наличие знаний, умений и навыков, а наличие функциональной способности и готовности к осуществлению управленческой деятельности в различных военно-профессиональных ситуациях.

Вторым можно отметить интеграцию интеллектуального, эмоционального и навыкового компонента в процессе военно-профессиональной подготовки в военном учебном центре гражданского вуза.

Третье – это существование рефлексивных умений обучающихся в определении личностного уровня компетентности.

В четвертых, результатом осмысленного образовательного процесса становится формирование собственной позиции и ценностного отношения к знанию.

И, наконец, появляется возможность индивидуализированной оценки будущих офицеров. Рассматривая компетентностный подход применительно к нашему исследованию, следует рассмотреть понятия «компетенция» и «компетентность» в психолого-педагогической литературе, поскольку речь идет о развитии управленческой компетентности будущего офицера в процессе военно-профессиональной подготовки в условиях военного учебного центра гражданского вуза.

Понятие «компетентность» возникло в конце 1960 – начале 1970-х гг. и описывалось в работах западных ученых. В отечественных исследованиях это понятие стали рассматривать несколько позже – в конце 1980-х гг. В данный временной период зарождается компетентностный подход в образовании, суть которого заключается в том, что результаты образования были и оставались значимыми и вне системы образования. Рассматривая компетентностно-ориентированное обучение с позиции его организации, стоит выделить лежащий в его основе принцип ответственности и инициативы.

Достоинства компетентностного подхода являются несомненными. Военное образование отличается консервативностью, приверженностью традициям в процессе военно-профессиональной подготовки. В этой связи, необходимо учитывать эти факторы, чтобы в практической деятельности в ходе развития управленческой компетентности будущих офицеров в условиях военного учебного центра гражданского вуза не возникли противоречия, обусловленные применением компетентностного подхода к этому процессу. Так, исходя из вышеизложенного, сделаем следующие выводы: Компетентностный подход применительно к развитию управленческой компетентности будущих офицеров предусматривает:

1. Обновление содержания образования военно-профессиональной подготовки в условиях военного учебного центра гражданского вуза:

– использование открытых вопросов и заданий без указания правильных ответов, требующих развернутых ответов с обоснованием, выполнение заданий с неявным результатом, заданий с вариативным выбором ответа, противоречивыми ситуациями;

– осуществление отбора контрольных вопросов и заданий, основываясь – на личностно-индивидуальном подходе к каждому обучающемуся;

– обеспечение в заданиях равного количества теоретических вопросов и – практико-ориентированных ситуаций, с помощью которых возможно определение степени владения обучающимся способностями ориентироваться в реальных профессиональных ситуациях.

2. Организацию процесса обучения в ходе военно-профессиональной подготовки в условиях военного учебного центра гражданского вуза, которая предполагает:

- формирование способности у будущих офицеров к созданию собственного образовательного продукта или педагогической инновации;
- главенствование самостоятельной познавательной активности будущих офицеров;
- создание условий для развития познавательной, социальной, психологической, индивидуальной и коллективной рефлексии обучающихся;
- планирование и реализация индивидуально-личностной образовательной траектории будущего офицера;
- расширение образовательного пространства за счет информационных – технологий.

3. Развитие личностных качеств у обучающихся, что предполагает:

- развитие навыков сотрудничества у будущих офицеров;
- развитие положительной самооценки, толерантности и эмпатии у будущих офицеров;
- поощрение творчества и инициативности со стороны офицеров преподавателей.

Средовый подход. Средовый подход пользуется активным вниманием со стороны многих ученых, занимающимися проблемами профессиональной подготовки будущих специалистов. Современная концепция средового подхода в образовании была разработана Ю.С. Мануйловым. По мнению ученого, средовому подходу присущи такие базовые процедуры, как: средообразование, наполнение ниш, инверсия среды, а также усреднение, типизация. Концепция средо-ориентированного обучения была обоснована С.Ф. Сергеевым.

В его исследованиях доказано такие весомые положения:

- 1) образовательная среда является условием вхождения человека в культуру;
- 2) она является источником самообучения и саморазвития будущего учителя;
- 3) ему присущи иммерсивность, присутствие, интерактивность.

Принимая во внимание указанные позиции, а также толкование научного подхода как средства концептуализации знаний, определяется какой-то идеей, концепцией, мы трактуем средовой подход к проблеме развития управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки в военном учебном центре гражданского вуза как стратегию, которая основывается на управлении процессом профессионально-личностного развития управленческой компетентности обучающихся через создание определенной среды и использования возможностей военного учебного центра гражданского вуза. Отметим, что в психолого-педагогической теории существуют различные подходы к пониманию феномена образовательной среды, что доказывает его комплексность и многоаспектность.

К пространственно-предметным относится: учебные аудитории, помещения административного сопровождения учебного процесса, здание образовательной организации и прилегающая территория, помещения вспомогательного назначения. Социальный компонент характеризуется коммуникативным взаимодействием между всеми субъектами образовательной деятельности. Психодидактический компонент предполагает подбор наиболее эффективных методов и средств обучения в педагогической деятельности на основе результатов психологической оценки всех структур образовательного процесса. Для реализации возможностей среды в развитии управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки в военном учебном центре гражданского вуза целесообразно выделить такие ее составляющие в контексте нашего исследования: социально-материальная (библиотека с педагогической и художественной литературой, методический, кадровый потенциал и традиции выпускающих кафедры, факультета, различные кружки, студенческие объединения);

– образовательно-досуговая (содержание гуманитарных и профессионально-ориентированных дисциплин, этико-деятельностный характер управленческой практики, конференции, конкурсы, разнообразные культурно-досуговые мероприятия);

– этико-психологическая (общение офицеров-преподавателей в коллективе и с обучающимися на принципах толерантности и взаимоуважения, субъектсубъектный характер взаимодействия, положительный психоэмоциональный – климат).

При этом среда рассматривается как фактор формирования личности обучающегося в вузе, а обучающийся принимает это влияние и начинает осознавать себя в среде. Доминантным стилем поведения есть сотрудничество, обучающийся уже готов к межсубъектному общению. Отметим, что этот период совпадает с фазой воздействия на среду, а также самостоятельного его создания. Кроме того, у обучающегося формируется состояние присутствия в среде, имерсивность и интерактивность пока ограничены. Период обучения в военном учебном центре гражданского вуза совпадает с фазой активного воспроизводства обучающимся среды, поскольку в процессе квази-профессиональной деятельности моделируются ситуации будущей военно-профессиональной деятельности, отражающие смысл и динамику военной профессии, отношения занятых в ней людей. Обучающийся соотносит определенную учебную информацию с профессиональными ситуациями и использует ее в функции средства осуществления собственных практических действий и поступков.

Опираясь на идеи средового подхода, выделим основные задачи развития управленческой компетентности будущих офицеров в условиях военного учебного центра гражданского вуза:

- 1) закрепление и актуализация профессиональных мотивов, реализация корректирующей функции мотивов;
- 2) развитие управленческой компетентности как весомого профессионального качества;
- 3) реализация детерминационных функций управления;
- 4) овладение всеми составляющими целостного механизма управления;
- 5) формирование профессиональной субъектности;
- 6) формирование определенных коммуникативных умений, отражающих социальный контекст будущей военной профессии.

Следует отметить, что ведущей особенностью среды военного учебного центра является приоритет групповых форм работы обучающихся, основанных на дискуссии, диалоге, полилоге. Такой формат организации деятельности обучающихся способствует внедрению совокупности профессиональных контекстов будущего военного специалиста.

Социализирующий подход. Далее рассмотрим социализирующий подход, который также выступает одной из методологических основ нашего исследования развития управленческой компетентности обучающихся в процессе военно-профессиональной подготовки вуза, поскольку именно социализация способствует этому процессу. Образование в современном мире носит обязательный характер и является одним из важных факторов, влияющих на развитие гражданского общества, стабильность в социальной сфере; является гарантом экономического роста страны, регионов и т.д.

Социализирующий подход в образовательном процессе отвечает прагматическим позициям и идеям различных социологических и философских направлений научной мысли XX столетия. Основными аспектами получения высшего образования выступает – упаковка человеческого ресурса в квалифицированного специалиста, способного адаптироваться в профессиональном сообществе с возможностью осуществлять свою деятельность согласно новым социальным требованиям.

В основе социализирующего подхода лежит представление о том, что в образовании, прежде всего, реализуются социальные установки. То есть, обучаясь, человек впитывает в себя устоявшийся социальный опыт, тем самым воспитывается определенным образом, подражая в большей степени своему окружению. М.В. Шакурова отмечает, что одним из важных факторов концептуального развития и применения социализирующего подхода в педагогической деятельности является социальное воспитание. Определение данного термина мы можем увидеть в исследованиях педагогов начала XX века. Так социальное воспитание в отечественной педагогике 1920-х годов становится чуть ли не центральным понятием, наряду с гражданским воспитанием. Социальное воспитание, как формирование социальной и политической активности личности того времени, «развитие вкуса к социальной деятельности». Благодаря образовательному процессу эти цели довольно легко достигаемы. Опираясь на идеи социализирующего подхода в образовательном процессе, офицера-преподаватели должны

приблизить изучаемый материал к реальным жизненным ситуациям или создать такую атмосферу на занятии, чтобы каждый обучающийся смог высказать свою точку зрения, вести грамотный диалог и взаимодействовать с другими участниками их небольшой, но важной для самих, социальной группе.

На основе выше изложенного можно сделать вывод, что под «управленческой компетентностью будущего офицера» мы понимаем готовность и способность ставить цель в организации военно-профессиональной деятельности, выбирать адекватные средства для ее достижения, способность продуктивно решать возникающие в реальной ситуации военно-профессиональные задачи, готовность и способность планировать и организовывать как свою военно-профессиональную деятельность, так и деятельность своих подчиненных, обеспечив при этом высокое качество ее реализации.

#### **Список литературы:**

1. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145–154.
2. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.
3. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
4. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
5. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.
6. Системный подход к самостоятельной работе обучающихся / Ю.А. Савицкий [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 1. – С. 445–448.
7. Савицкий Ю.А. Современный взгляд на естественно-научную грамотность обучаемых / Ю.А. Савицкий, В.А. Нефедовский, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 405–408.



УДК 37.013.46

## НРАВСТВЕННОЕ ВОСПИТАНИЕ КУРСАНТА



### MORAL EDUCATION OF A CADET

**Гимбицкая Л.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Гимбицкий В.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков,  
kvvaul@mail.ru

**Чеснов Ю.Н.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Gimbitskaya L.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Gimbitsky V.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Chesnov Yu.N.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена специальная целенаправленная деятельность педагогов по формированию у обучающихся определенных черт характера и привитию им норм и правил поведения, определяющих их отношение друг к другу, к семье, к другим людям, к государству, к Родине. Выявлена и обоснована главная нерешенная задача исследования, заключенная в том, что путем правильного воспитания в стенах училища и при положительном воздействии командиров и педагогов можно обеспечить формирование новых хороших моральных качеств, соответствующих целям и задачам воспитания будущего офицера. На основе проведенного анализа авторами исследовано влияние наследуемого типа высшей нервной деятельности на будущую профессиональную деятельность.

**Ключевые слова:** целенаправленное воздействие учебного заведения, тип высшей нервной деятельности, цели и задачи воспитания будущего офицера, «педагогически запущенные» юноши, научная мировоззренческая основа.

**Abstract.** This article examines the special purposeful activity of teachers to form certain character traits in students and instill in them norms and rules of behavior that determine their attitude to each other, to the family, to other people, to the state, to the Motherland. The main unsolved task of the study is identified and justified, which is that through proper education within the walls of the school and with the positive influence of commanders and teachers, it is possible to ensure the formation of new good moral qualities corresponding to the goals and objectives of the future officer's education. Based on the analysis, the authors investigated the influence of the inherited type of higher nervous activity on future professional activity.

**Keywords:** purposeful influence of an educational institution, type of higher nervous activity, goals and objectives of educating a future officer, «pedagogically neglected» young men, scientific ideological basis.

**Н**равственное воспитание – это специальная целенаправленная деятельность педагогов по формированию у обучающихся определенных черт характера и привитию им норм и правил поведения, определяющих их отношение друг к другу, к семье, к другим людям, к государству, к Родине [1]. Нравственное воспитание является важнейшей составной частью воспитания. В наших условиях влияние военного училища углубляется и дополняется влиянием социальной среды, строем государства и системой целенаправленных воздействий учебного заведения, усиленным влиянием всей окружающей действительности, происходит нравственное развитие человека, формирование его духовного облика.

Объектом воспитания является любой человек с рождения, растущее и развивающееся существо. На протяжении всей жизни происходит процесс его развития. Он претерпевает различного рода физические и психические, количественные и каче-

ственные изменения. К физическим относятся рост, развитие костно-мышечной системы, внутренних органов, нервной системы. Психические касаются прежде всего умственного развития, формирования всех психических черт личности, приобретения социальных качеств, нужных для жизни в обществе.

Развитие человека – очень сложный процесс. Оно происходит под влиянием как внешних воздействий, так и внутренних сил, которые свойственны человеку, как всякому живому и растущему организму.

К внешним воздействиям относятся прежде всего условия материальной жизни общества – окружающая естественная и социальная среда и специальная целенаправленная деятельность человека по привитию качеств, необходимых для участия в жизни общества, т.е. воспитание.

Все эти внешние влияния и воздействия опосредуются внутренними условиями, характеризующими индивидуальные особенности каждого отдельного человека. Иными словами, эффект воздействия внешних условий целиком и полностью зависит от того, как на них реагируют, как они воспринимаются, т.е. от внутренних процессов, совершающихся в психике каждого ребенка. Именно поэтому даже при одинаковых условиях жизни и воспитания вырастают люди с совершенно различной индивидуальностью.

На характер этого внутреннего реагирования влияет унаследованные от родителей и присущие каждому ребенку индивидуальные природные данные – тип и уровень развития нервной системы и особенности его физического развития.

В процессе реагирования человеческого организма на внешние силы и влияния постоянно возникают внутренние противоречия. Это противоречия между возникающими и развивающимися потребностями, запросами и наличными возможностями, между старыми и новыми формируемыми качествами и т.п.

Наличие этих противоречий и является главной движущей силой развития человека.

Живой организм человека постоянно приспосабливается к непрерывно меняющейся окружающей среде, что проявляется в образовании все новых и новых связей в коре головного мозга. Поэтому человек получает возможность ориентироваться в окружающей его действительности и определять лучшие условия для своего развития.

Согласно учению И.П. Павлова, развитие – это взаимодействие внутренних нервных процессов и тех внешних влияний, которые непрерывно оказывают на человека окружающая действительность, это процесс уравнивания организма с окружающей средой.

Развитие – это сложный противоречивый процесс, на который оказывают влияние три основных фактора – наследственность (область внутренних условий), среда и воспитание (области внешних воздействий).

Под наследственностью понимается воспроизведение у потомков биологического сходства с родителями. По наследству передаются особенности телосложения, особенности нервной системы, а вот способности к мышлению и труду могут развиваться только при общении с людьми.

Довольно сложной в педагогике и психологии является проблема наследования задатков, характеризующих предрасположение к какой-либо деятельности. Хорошо известно, некоторые дети с раннего возраста начинают проявлять способности к музыке, живописи, танцам, к точным наукам, в особенности к математике, к усвоению языков.

Способности – это такие индивидуально-психологические особенности личности, которые являются одним из важнейших условий успешного выполнения определенных видов деятельности. Но надо понимать, что врожденными могут быть не готовые, а только потенциальные возможности для развития, т.е. задатки. Задатки при этом тесно связаны с индивидуально-психологическими особенностями восприятия, мышления, памяти, воображения и другими психическими свойствами личности. Решающим в вопросе о проявлении и развитии способностей являются условия деятельности человека, требующие проявления определенных качеств.

Более сложным является вопрос о наследовании общих способностей, в особенности интеллектуальных, лежащих в основе развития умственных и познавательных сил.

Под средой обычно понимают комплекс довольно разнообразных внешних явлений, стихийно действующих на человека. Она оказывает значительное влияние на развитие человека. Нужно говорить о влиянии среды естественной, или географической, социальной и домашней. Каждая среда оказывает особое воздействие на человека.

Географическая включает климат и все разнообразные условия и ресурсы, оказывает влияние на образ жизни человека и характер его трудовой деятельности.

Известна сила влияния домашней среды, окружения в пределах семьи (микросреды).

Наиболее важным является влияние среды социальной. В это понятие входят общественные отношения и институты, регулирующие эти отношения. Без социальной среды, без общения с людьми человек не может стать человеком. Человек – это продукт общественных отношений. Без общения с людьми не может быть и процесса передачи опыта, подготовки к жизни и труду.

Если на минуту представить, что исчезло все взрослое население, но остались лишь очень маленькие дети, не имеющие говорить и не имеющие никакого социального опыта, и при этом сохранились бы все материальные и культурные ценности, вся история человечества не только остановилась бы, но, наверное, началась бы сначала, т.к. некому было бы научить подрастающее поколение пользоваться средствами производства, приобщить его к культуре.

Социальная среда не одинакова на разных этапах развития общества, и поэтому в разные общественно-исторические формации она оказывает на людей разное влияние. Это влияние бывает различным и на разные социальные группы, существующие внутри того или иного общественного строя.

Педагогика и психология категорически отрицают наличие врожденных нравственных качеств (лености или трудолюбия, склонности к добру или злу и т.п.) и утверждают, что формирование их происходит прижизненно и только под воздействием воспитания и всей окружающей действительности, что эти качества приобретаются человеком только в практике его собственного социального опыта.

Наследуемый тип высшей нервной деятельности, проявляющийся в темпераменте, накладывает известный отпечаток и на поведение человека. Воспитание может в довольно больших пределах влиять на процесс формирования типа высшей нервной деятельности, а главное, темперамент сам по себе вовсе не определяет направленности поведения, склонности к плохим или хорошим поступкам, добру или злу, правдивости или лживости. Ведь добрым, чутким, смелым, лживым и злым может быть и сангвиник, и флегматик, и холерик и меланхолик. Поэтому можно утверждать, что врожденные различия в типах высшей нервной деятельности не предопределяют развития тех или иных моральных качеств.

Значит, путем правильного воспитания в стенах училища и при положительном воздействии командиров и педагогов можно обеспечить формирование новых хороших моральных качеств, соответствующих целям и задачам воспитания будущего офицера.

Отрицательные качества, которые мы встречаем у курсантов, – это результат плохого воспитания и отрицательного влияния среды. Они не являются врожденными, и, значит, может ставиться задача их преодоления уже в стенах военного училища.

Перевоспитание гораздо более длительный и трудоемкий процесс, чем воспитание. Однако, положительное влияние курсантской здоровой среды может преодолеть то отрицательное, что уже появилось и закрепилось в человеке раньше под влиянием неблагоприятных условий жизни и воспитания. Блестящим доказательством тому служит система воспитания, осуществленная А.С. Макаренко в колонии им. М. Горького и в коммуне им. Ф.Э. Дзержинского.

Несомненно, и в военное училище пытаются поступать «педагогически запущенные» юноши, умело маскирующие свои негативные качества под маской, перевоспитание которых в условия училища уже невозможно. Такие юноши не проходят отбор и подлежат отчислению.

Основной задачей нравственного воспитания в нашей стране является воспитание в духе высокой морали по отношению к окружающим людям, к семье, к государству в целом, к Родине.

Все дисциплины и разделы курсов, содействующие формированию научного мировоззрения, вносят вклад в нравственное воспитание, так как формируют его научную мировоззренческую основу.

Особое значение для воспитания нравственных качеств и гуманизма имеет курс многих, если не сказать всех дисциплин, изучаемых в процессе обучения.

Большую роль в нравственном воспитании играет вовлечение в активную учебную работу, требующую выработки целого ряда моральных качеств, таких, как трудолюбие, дисциплинированность, аккуратность, точность. Систематическое обучение развивает волю, целеустремленность в работе, вырабатывает привычку трудиться, способствует выработке целенаправленного внимания, прививает навыки самостоятельной работы. Поскольку обучение осуществляется в коллективе и педагог все время стремится сочетать индивидуальные и коллективные формы работы, у учащихся вырабатываются навыки общественного поведения, умения выступать перед коллективом, считаться с его реакцией, оценкой ответа и т.д., что приводит к воспитанию чувства долга, ответственности перед коллективом.

Все это показывает, что процесс обучения в военном училище действительно является воспитывающим. При этом нравственному воспитанию содействуют как содержание изучаемых в училище учебных предметов, так и сами методы и организационные формы учебной работы.

Во внеучебной работе нравственное воспитание осуществляется в первую очередь командиром подразделения. Наиболее распространенная форма нравственного воспитания, осуществляемая командиром, - это беседа на этико-моральные темы, так называемая этическая беседа.

Этические беседы, если они проводятся регулярно и систематически по перспективному плану командира и училища, могут в известной степени восполнить отсутствие систематизированного курса основ морали. Эффективность этической беседы во многом определяется искусством и педагогическим тактом командира, наличием у него взаимопонимания (как часто говорят, контакта) с учебной группой, его знанием отдельных курсантов и жизни всей учебной группы в целом.

Этические беседы могут проводиться по любому положению Устава. Тематика определяется в соответствии с кругом интересов курсантов. Часто поводом для этической беседы служит какое-либо событие в жизни учебной группы или училища, иногда проступок отдельного курсанта. Эти события служат как бы отправным пунктом этической беседы, способствуют вовлечению курсантов в обсуждение или дискуссию. Командир умело руководит беседой, подводит курсантов к правильным выводам и заключениям.

Особое значение приобретают диспуты и дискуссии на этико-моральные темы в учебных группах, где они обычно организуются по инициативе командования факультета или училища с привлечением психологов или других специалистов.

Хотя в настоящее время вся работа по разъяснению и практическому усвоению курсантами основных моральных норм проводится большей частью еще не систематически и во многом зависит от инициативы командиров – воздействия личного примера и авторитета командиров, их идейной убежденности, всей направленности внеучебной работы таково, что в сумме все это оказывает сильное воспитательное воздействие на курсантов. Поэтому, как правило, основная масса курсантов, оканчивающих военное училище, - это люди со сформировавшимися основами мировоззрения, большой идейной убежденности, моральной стойкости и чистоты. Огромную роль в их социальном формировании играет и сильнейшее воспитательное воздействие окружающей действительности, всей социальной среды.

Огромное место в нравственном воспитании курсантов отводится воспитанию патриотизма. Патриотизм – это любовь к своему отечеству – очень глубокое и сильное человеческое чувство. Очень часто в повседневной жизни, если нет в ней значительных событий, связанных с судьбой страны и требующих определения человеком своего отношения к Родине, человек и не ощущает серьезности и глубины этого чувства, не задумывается над этим вопросом.

Острее всего это чувство проявляется в момент опасности, нависшей над Родиной или вдали от нее. Огромным чувством патриотизма были движимы советские люди, отстаивавшие молодую Советскую республику в годы гражданской войны, когда в боях против Антанты и других империалистических наемников решался вопрос о самом ее существовании.

Особенно остро проявилось чувство патриотизма у всех советских граждан в годы Великой Отечественной войны, когда буквально все от мала до велика встало на защиту своей Родины, борясь за нее как на полях сражений с немецкими полчищами, так и на трудовом фронте – на фабриках и заводах, на полях колхозов и совхозов.

В мирное время чувство патриотизма чаще всего ощущается, когда наша Родина празднует победы в различных областях науки, техники и культуры, начиная от величайшего прорыва в космос и побед наших мастеров искусств, и спортсменов на международных конкурсах и соревнованиях.

Патриотический подъем лежит в основе героических трудовых дел наших людей, уезжающих на новые стройки (Крымский мост, газопроводы), вступающих на трудовые вахты в честь знаменательных дат и событий в жизни нашей Родины, начинающих новые дела, которые могут приумножить богатство и славу нашей страны.

Кроме того, чувство горячей любви, преданности и гордости за свою Родину всегда обостряется у граждан, выезжающих по делам службы или в туристические поездки за границу. Тоска по Родине, ностальгия – острейшее чувство у большинства эмигрантов, покинувших свою Родину по тем или иным причинам.

Чувство Родины, осознание себя гражданином своей страны, ощущение единства со своей страной и с народом – величайшее и сильное чувство, поддерживающее человека, укрепляющее его веру в свои силы и возможности.

Патриотизм – понятие историческое. Еще В.И. Ленин говорил: «Патриотизм – одно из наиболее глубоких чувств, закрепленных веками и тысячелетиями существования обособленных отечеств» [6]. Отечество – данная политическая, культурная и социальная среда.

Понятие патриотизма включает в себя [6]:

– любовь и уважение народа к политическому строю страны, к ее политическим учреждениям;

– любовь народа к той культурной среде, в которой он живет (к культуре, нравам и обычаям страны);

– любовь и уважение народа к социальной среде, в которой он живет (к социально-экономическим отношениям в стране, условиям его труда).

Настоящим патриотом своей Родины является народ. Если посмотреть на западные страны после второй мировой войны, можно наблюдать, как ради сохранения своих прибылей и существующего строя, опасаясь революционного движения народных масс, «верхушка власти» пошла на сговор с американской буржуазией, предоставила американской военщине территории для военных баз, вступила в военные блоки и соглашения, допустила к руководству ими даже гитлеровских военных преступников, «забыв» об их преступлениях по отношению к своим государствам.

И в той же «доброй старой Англии», в живописной Шотландии, где казалось бы всячески поддерживается самобытность культуры, особые обычаи, традиции и даже национальные особенности одежды, несмотря на многочисленные протесты со стороны народов Англии и Шотландии, создана военная база для американских подводных лодок, вооруженных ракетами «Поларис».

Все это показывает, сколь сложным является понятие патриотизма, к которому нужно подходить с классовых и исторических позиций.

### Список литературы:

1. Дрозд К.В. Актуальные вопросы педагогики и образования. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – М. : Юрайт, 2019. – 266 с.
2. Есекешова М. Педагогика высшей школы : учеб. пособие / М. Есекешова, Ж. Сагалиева. – М. : Фолиант, 2018. – 256 с.

3. Каптерев П.Ф. История русской педагогики : учеб. пособие для вузов : в 2-х ч. – Ч. 2. Общественная педагогика. – М. : Юрайт, 2019. – 272 с.
4. Крашенинников Е.С. Любовь к педагогике. – М. : Наука, 2017. – 167 с.
5. Фесенко Е.Ф. Нестандартный, или «плохой хороший» ребенок. – СПб. : Изд-во «КультИнформПресс», 2011. – 422 с.
6. Ильина Т.А. Общие основы педагогики : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. М., «Просвещение», 2008. – 569 с.
7. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145–154.
8. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.

УДК 371

ОБУЧЕНИЕ ПЕРВЫХ РОССИЙСКИХ ЛЕТЧИКОВ  
В ЗАРУБЕЖНЫХ ВОЗДУХОПЛАВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ



TRAINING OF THE FIRST RUSSIAN PILOTS  
IN FOREIGN AERONAUTICAL SCHOOLS

**Борисов А.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Духанин М.М.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию проблемы подготовки российских летчиков в конце XIX начале XX века. В статье показано, что система подготовки аэронавтов находилась в прямой зависимости от этапа развития средств воздухоплавания. Подготовка офицеров в «Учебном воздухоплавательном парке» для полетов на летательных аппаратах легче воздуха осуществлялась силами военных инженеров и имеющих опыт полетов офицеров различных родов войск. Переход на летательные аппараты тяжелее воздуха потребовал обучения пилотированию на бипланах и монопланах, что было возможно только за рубежом – во Франции, Германии и Италии.

**Ключевые слова:** воздухоплавание, офицеры, воздушное судно, аэронавты, учебная программа, инструктор, профессиональная подготовка.

**Borisov A.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Dukhanin M.M.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the study of the problem of training Russian pilots in the late XIX – early XX century. The article shows that the system of training aeronauts was directly dependent on the stage of development of aeronautics. The training of officers in the «Training Aeronautical Park» for flying lighter-than-air aircraft was carried out by military engineers and experienced officers of various branches of the armed forces. The transition to heavier-than-air aircraft required training in piloting biplanes and monoplanes, which was possible only abroad – in France, Germany and Italy.

**Keywords:** aeronautics, officers, aircraft, aeronauts, curriculum, instructor, professional training.

Появление новых средств передвижения, позволяющих использовать необъятные просторы воздушного океана, открыло новую эру в истории человечества. «Как только оказалось, что давнишняя мечта о возможности людям подниматься на воздух осуществима, тотчас же явилось стремление применить это новое завоевание человеческого гения к военным целям» [1]. Помимо познавательных, спортивных и научных целей, позволяющих совершить воздушное путешествие и по-новому взглянуть на Землю с высоты птичьего полета, военные специалисты справедливо усмотрели большой потенциал использования воздухоплавательного оборудования в целях разведки и бомбометания.

Новые задачи, обращенные к реализации новых военных стратегий, актуализировали проблему подготовки военных кадров, способных осуществлять полеты на воздушных аппаратах, первый из которых был изготовлен в еще в 1783 году братьями Монгольфье во Франции. Как свидетельствуют исторические источники, в «Парижской газете» была помещена заметка Журу де-ла-Виллета – одного из первых воздухоплателей, поднявшегося на привязанном монгольфьере – о том, что летательные аппараты этого класса могут быть использованы для ведения боевых действий как на суше, так и на море. Российский посланник в Париже князь Барятинский написал Екатерине II о перспективности развития воздухоплавания в России: «силы военные и стратегические движения не могли бы более ускользнуть от неприятеля; ни одна крепость не могла бы держаться, благодаря аэростатическим машинам, которые бросали бы с вышины горючие вещества» [1].

Однако Екатерина II отрицательно отнеслась к полетам и не позволила известному французскому инженеру и воздухоплавателю Бланшару приехать в Россию для налаживания производства воздухоплавательных судов и обучения военнослужащих, «ибо подобною аэроманию, да и всякие опыты оной, яко бесплодные и не нужные у нас, совершенно затруднены» [2]. Еще ранее, в 1784 году, императрицей был издан указ, запрещающий использование воздушных шаров, что объяснялось следующим соображением: «В предупреждение пожарных случаев или несчастных приключений, могущих произойти от новоизобретенных воздушных шаров, наполненных горючим воздухом или жаровнями со всякими горючими составами, приказано, чтобы никто не дерзал пускать на воздух таких шаров под страхом уплаты пени в 25 руб. в приказ общественного призрения и взыскания возможных убытков» [3].

Таким образом, Россия отказалась от возможности развития нового рода войск, предоставив стратегическое преимущество европейским странам в разработке аэронавтики и подготовке летного состава. Уже через десять лет после первого полета братьев Монгольфье в Медоне (Франция) была организована Воздухоплавательная школа, в которой будущих аэронавтов обучали изготовлению аэростатов и проведению мероприятий технического характера, обеспечивающих подъем, полет и спуск на землю летательных аппаратов. Появление и эксплуатация средств передвижения, вес которых был удельно тяжелее воздуха, открыло новые возможности использования преимуществ управляемых полетов.

Несмотря на трагические исходы многих полетов, совершенных как за границей (О. Лилиенталь, П. Пильчер), так и в России (А.Ф. Можайский), интерес к самолетостроению и подготовке авиаторов оставался стабильно высоким. Отсутствие собственной системы подготовки аэронавтов побудило руководство Военного ведомства командировать за границу в летные школы для обучения пилотированию перспективных офицеров из различных родов войск. История сохранила документальные свидетельства об этом сложном периоде и сберегла данные, касающиеся развития системы подготовки аэронавтов (равно как и других категорий специалистов, обеспечивающих производство полетов) в начале XX века.

Таким образом, профессиональная подготовка российского летного состава берет начало в системе зарубежного специального образования, что связано с наличием преимущества в проектировании и изготовлении управляемых летательных аппаратов различных типов и систем за границей.

На первом этапе исследования изучался поименный список офицеров, направленных на обучение в зарубежные воздухоплавательные школы. Анализировались материалы автобиографического характера, позволяющие выявить их возраст как своеобразный маркер, свидетельствующий об опыте военной службы. На основе исследования списка первых русских авиаторов, подготовленного Военным ведомством, который включал 37 лиц, прошедших обучение в зарубежных воздухоплавательных школах, методом контент-анализа был определен их возрастной состав. Смысловой категорией контент-анализа являлся концепт «возраст», единицей счета – количество авиаторов в хронологии дат (годов) их рождения.

Среди выпускников зарубежных воздухоплавательных школ, завершивших обучение в 1910–1911 годах, наблюдается значительный возрастной разброс. Отмеченные на рисунке цветовой маркировкой десятилетия показывают, что самым старшим по возрасту офицером 1868 года рождения являлся Владимир Эрстов, которому на момент завершения обучения во французской воздухоплавательной школе было 42 года, в то время как возраст двух самых младших выпускников составлял 19 лет. Год рождения большинства обучающихся (26 выпускников) пришелся на период с 1880 по 1889 годы.

На втором этапе исследования была поставлена задача установить численное соотношение выпускников зарубежных воздухоплавательных школ по критерию «страновая принадлежность». Семантической категорией контент-анализа, таким образом, выступило понятие «страна», на территории которой расположена воздухоплавательная школа, а единицей счета явилось количество выпускников, завершивших обучение за рубежом. Результаты представлены в таблице 1.



**Таблица 1** – Распределение выпускников воздухоплавательных школ по критерию «страновая принадлежность»

Италия	Германия	Франция
2	6	30

Полученные на основе подсчета данные показывают, что среди зарубежных Воздухоплавательных школ у российских слушателей наибольшей популярностью пользовались учебные структуры, расположенные во Франции. Это вполне объяснимо, поскольку эта страна уделяла большое внимание инженерно-конструкторской составляющей воздухоплавательного подготовке аэронавтов, их обучению пилотированию. Как принятые на обучение русские офицеры, так и французские слушатели проходили курс обучения в многочисленных частных и государственных военных школах. Во французских школах аэронавтики русским слушателям созданы специальные условия поступления, заключающиеся в том, что «на приготовительный курс принимают без экзаменов русских, окончивших курс реальных и коммерческих училищ» [3]. Воздухоплавательные школы существовали, главным образом, при воздушных портах и авиационных центрах. Две из военно-авиационных школ специально были предназначены для опытов по участию аэропланов в действиях артиллерии (в Мэли) и по метанию бомб (в Шалон)» [4]. Среди германских школ в то время наибольшей популярностью пользовалась «авиационная школа в Обершлейзгейме, около Мюнхена» [4].

На третьем этапе исследования прояснялся вопрос о том, какие типы монопланов осваивали военные аэронавты за рубежом. Контент-аналитическое исследование было посвящено установлению марки монопланов, освоение полетов на которых было удостоверено получением официального свидетельства. Смысловой единицей контент-аналитического исследования являлся концепт «марка воздушного судна», единицей счета – количество выпускников воздухоплавательных школ, успешно завершивших обучение пилотированию. Результаты представлена таблице 2.

**Таблица 2** – Распределение выпускников воздухоплавательных школ, освоивших различные марки аэропланов (составлено авторами)

Франция			Германия				Италия			
Фарман	Райт	Соммер	Антуанет	Блерио	Анрио	Авиатик	Граде	Этрих	Альбатрос	Капрони
10	1	1	4	12	2	2	2	1	1	2

Анализ распределений марок монопланов и бипланов отчетливо показал, что их количество сопряжено с военно-техническим потенциалом стран, в которых базировались воздухоплавательные школы. Во Франции российские аэронавты освоили шесть марок воздушных судов, причем преимущество имели популярные марки «Фарман» и «Блерио».

Выпускники воздухоплавательных школ Германии освоили четыре модели – «Авиатик», «Граде», «Этрих», «Альбатрос». Итальянская воздухоплавательная школа предлагала освоение только одной марки – выпускаемой в Италии марки известного авиаконструктора «Капрони».

Сравнение марок монопланов и бипланов, освоенных российскими аэронавтами в зарубежных воздухоплавательных школах, показывает, что в совокупности их количество составляет 11 единиц. При этом названия марок летательных аппаратов, осваивать которые были направлены офицеры, не дублируются. Это косвенно свидетельствует о стремлении российского Военного ведомства располагать кадрами квалифицированных военных специалистов, которые могут служить в качестве инструкторов для подготовки отечественного летного состава на любом типе воздушного судна.

Выпускниками являлись аэронавты, имеющие различные воинские звания, в том числе квалифицированные военные инженеры. В данный период подготовка отечественных специалистов в области летного дела проходила параллельно с подготовкой аэронавтов в зарубежных воздухоплавательных школах. Интерес представляет вопрос о том, какова динамика выпуска аэронавтов, освоивших пилотирование летательных аппаратов тяжелее воздуха, в России и за рубежом.

Проведем контент-анализ официальных данных, касающихся численности подготовки летных кадров 1910–1911 гг. Смысловой категорией контент-анализа является понятие «выпускник воздухоплавательной школы», единицей счета – их количество. Результаты представлены в таблице 3.

**Таблица 3** – Распределение количества выпускников воздухоплавательных школ в России и за рубежом (составлено авторами)

Годы	Франция	Германия	Италия	Россия
1910	27	–	–	–
1911	3	6	2	11

Как показано на рисунке 6, в 1911 году намечается тенденция к постепенному отказу от направления офицеров в воздухоплавательные школы Франции, в то время как тенденция к подготовке офицеров в Германии и Италии сохраняется. В историко-аналитической литературе лет многократно отмечается, что, несмотря на воздухоплавательной техники и прочное положение в составе армии, организация воздушных сил Франции «была очень несовершенна, не было даже разделения на войска аэростатические и авиационные» [5]. В оценке военных специалистов именно Германия «по своим воздушным силам занимала первое место в мире, превосходя другие страны как по совершенству организации, так и по числу летательных аппаратов» [5]. Кроме того, в этой стране подготовка кадров была основана на устоявшихся педагогических традициях [4], что позволяло проводить эффективную подготовку личного состава не только в упомянутой ранее школе в Обершлейзгейме, но и в опытных отделениях при ней, которые размещались «в Дёберице, в Берлине, Грауденце, Кельне, Кённигсберге, Лейпциге и Меце» [1].

В целом, количество выпускников 1911 года, освоивших пилотирование в России и в зарубежных воздухоплавательных школах, одинаково. Первое военно-учебное заведение России, осуществившее подготовку квалифицированных аэронавтов для воздухоплавательных частей армии, с успехом справилось с поставленной задачей и в дальнейшем расширила количество подготавливаемых за счет привлечения российских аэронавтов, обучавшихся за границей. Опыт подготовки аэронавтов за рубежом был учтен и критически переосмыслен, что позволило в дальнейшем заложить прочные основы непрерывного военно-профессионального образования [1].

Таким образом, система подготовки военных авиаторов в России прошла сложный путь развития. Россия не являлась родиной разработки и изготовления летательных аппаратов различного типа, но, тем не менее, имела шанс восполнить дефициты технического характера за счет приглашения зарубежных специалистов, готовых оказать содействие в развитии воздухоплавательных практик. Однако решительные и не вполне обоснованные меры по запрету аэронавтики, исходящие от Екатерины II, привели к реализации стратегии догоняющего развития в сфере воздухоплавания и подготовки аэронавтов, способных управлять воздушными шарами и монопланами различных систем.

Командование российского Военного ведомства в конце XIX – начале XX века предпринимало попытки создания военно-воздухоплавательных батальонов, на вооружение которых были приняты различные летательные аппараты. Подготовка кадров, связанная с необходимостью обеспечения воздухоплавательных батальонов специалистами, прошла несколько этапов, связанных с организацией обучения управлению воздушными шарами и летательными аппаратами тяжелее воздуха. В начале XX века наблюдается тенденция к изучению системы подготовки аэронавтов за рубежом путем

включенного наблюдения, что поддерживалось командованием Военного ведомства, командировавшим офицеров для обучения в воздухоплавательные школы Франции, Германии и Италии. Накопленный опыт обучения пилотированию за рубежом в дальнейшем позволил организовать отечественную систему подготовки военных авиаторов, качество подготовки которых не уступало квалификациям зарубежных аэронавтов. Первые шаги в сфере подготовки летного состава явились удачными и привели к развитию отечественной системы подготовки летного состава, которая сочетает теоретическое обучение и практику летного дела под руководством квалифицированных инструкторов.

**Список литературы:**

1. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145–154.
2. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.
3. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
4. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
5. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.

УДК 159.91: 37.016:358.4

**ФОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗА ПОЛЕТА  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ: ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД**



**FORMATION OF THE IMAGE OF FLIGHT  
IN THE EDUCATIONAL PROCESS: INNOVATIVE APPROACH**

**Лукинова М.Г.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
m.lukinova@mail.ru

**Додова Л.М.**

кандидат психологических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
dodovalm@mail.ru

**Костюченко А.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
a.kostiuchencko-2015@yandex.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос формирования образа полета в практике летного обучения. Показана значимость образа полета в выполнении профессиональной деятельности летчика. Проанализированы теоретико-методологические подходы к исследованию образа полета в авиационной науке. Представлены методические приемы формирования образа полета и определена эффективность применения метода опорных точек в практическом обучении будущих летчиков. Предложен инновационный подход в обучении курсантов с целью повышения техники пилотирования и безопасности выполняемой деятельности.

**Ключевые слова:** летная профессия, летное обучение, образ полета, пространственная ориентировка, метод опорных точек.

**Lukinova M.G.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
m.lukinova@mail.ru

**Dodova L.M.**

PhD in Psychological Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
dodovalm@mail.ru

**Kostyuchenko A.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
a.kostiuchencko2015@yandex.ru

**Abstract.** The article discussed the issue of forming a flight image in the performance of the pilot's professional activity. Theoretical and methodological approaches to the study of the flight image in aviation science are analysed. Methodological methods of forming a flight image are presented and the effectiveness of the use of the reference point method in practical training of future pilots is determined. An innovative approach to training cadets is proposed in order to improve piloting techniques and safety of activities.

**Keywords:** flight profession, flight training, flight image, spatial orientation, reference point method.

*«Грамотный летчик подобен художнику,  
вырисовывающему в воздухе с помощью  
самолета имеющиеся в его сознании  
зрительные образы фигур пилотажа».*  
(Г.Г. Голубев)

**А**ктивное развитие авиастроения привело к появлению новых типов авиационной техники. Новые технологии, применяемые в современных авиационных комплексах, существенно упрощают процесс пилотирования и в тоже время предъявляют повышенные требования к психофизиологическим возможностям летчика. Так, постоянная модернизация авиационной техники привела к увеличению (более чем в 2–3 раза) интеллектуальных, эмоциональных, психофизиологических и физических нагрузок на летчика. Это обусловлено, в первую очередь многообразием и усложнением условий и тактических приемов боевого применения авиации (в сложных метеорологических условиях, ночью, на предельно малых высотах, с применением нескольких средств поражения в одной атаке и т.д.), внедрением многофункциональных средств отображения информации и органов управления, агрессивностью воздействия факторов профессиональной деятельности.

Актуализируются вопросы, связанные с формированием и функционированием образа полета, обоснованием новых методических приемов обучения летного состава с целью повышения надежности пространственной ориентировки и пилотирования.

Установлено, что среди причин обусловленных ошибками летчика, нарушение и потеря пространственной ориентировки составляет от 5 до 12 % [12].

В авиационной психологии под пространственной ориентировкой принято понимать постоянную осведомленность о положении и характере перемещения летательного аппарата в пространстве относительно поверхности земли и других внебортовых ориентиров, а также о состоянии и динамике отдельных параметров, характеризующих перемещения в трехмерном пространстве [6].

Подход к пространственной ориентировке как к функции образа полета меняет представление о возникновении пространственной дезориентации и позволяет другому оценить роль ощущений летчика в приборном полете.

В 50-х гг. XX века К.К. Платонов и Г.Г. Голубев высказали мысль, что летчик в полете по приборам должен обобщать показания приборов и на этой основе создавать психический целостный образ пространственного положения самолета, реагируя не на изменение показаний приборов, а на изменение своего пространственного положения [11]. Однако, использование понятия «образ» в авиационной профессиональной терминологии в данный период показалось излишним и противоречивым.

Изучение образа как системы, формирующей активность психического отражения, выступившее в дальнейшем теоретической предпосылкой исследований образа полета в авиационной практике, получило развитие в трудах Б.Г. Ананьева, С.В. Кравкова, А.Н. Леонтьева, С.Л. Рубинштейна, А.А. Смирнова, Б.М. Теплова и др. Согласно С.Л. Рубинштейну, под образом следует понимать «отнюдь не всякое чувственное впечатление, а лишь такое, в котором явления, их свойства и отношения выступают перед субъектом как предметы или объекты познания. Являясь отражением предметов (и явлений) объективной, т.е. существующей вне и независимо от сознания человека действительности, образ вместе с тем субъективен» [10].

Б.Г. Ананьева считал, что образное отражение действительности человеком носит по преимуществу зрительный характер, при этом зрительная система в процессах чувственного отражения выступает как интегратор и преобразователь сигналов всех модальностей [8].

Заслуга в обосновании необходимости применения знаний о психическом образе и включении образа полета в практику летного обучения принадлежит отечественным авиационным психологам К.К. Платонову, Н.Д. Заваловой, А.А. Вороне, Д.В. Гандеру, В.А. Пономаренко, П.А. Коваленко, летчику-методисту Г.Г. Голубеву и др. В разработанной авторами концепции, образ полета представляется как целостное представление о пространственном положении самолета и режиме полета и опирается на понимание образа как внутреннего механизма регуляции действий летчика в полете [2, 3].

Сложившийся в отечественной инженерной психологии подход к изучению психических явлений с позиции теории отражения подчеркнул необходимость анализа не только внешней картины поведения (деятельности), но и внутренних субъективных процессов, что способствовало актуализации понятия «концептуальная модель» (понятие введено А.Г. Велфордом) (рис. 1) [18].

Применительно к авиационной психологии концептуальная модель «лётчик – самолёт – внешняя среда» определяется функционированием всех её звеньев: человека-оператора (лётчика), воздушного судна и окружающей среды, в которой оно перемещается. В зависимости от условий и цели полета, при выполнении конкретных действий в образе полета на передний план выступает один из трех компонентов: образ пространственного положения, «чувство самолета», восприятие приборного отображения. В отличие от визуального полёта, который совершается при непосредственном восприятии ориентиров в пространстве, для осуществления полётов по приборам (в сложных метеорологических условиях, ночью, под шторкой и др.) необходимо образование новой, более сложной и потому менее устойчивой функциональной системы. К особенностям её формирования следует отнести непосредственное восприятие внут-

рикабинных, оптических ориентиров и опосредованное восприятие пространства по показаниям пилотажно-навигационных приборов (командно-пилотажный и навигационно-пилотажный приборы, высотомер, вариометр) с использованием информационной модели полёта. А концептуальная модель, на основании которой лётчик принимает решения об управляющих воздействиях, формируется и постоянно уточняется в полёте на базе информационной модели. При работе с информационной моделью пилот должен постоянно декодировать показания приборов и мысленно соотносить их с образом полёта.

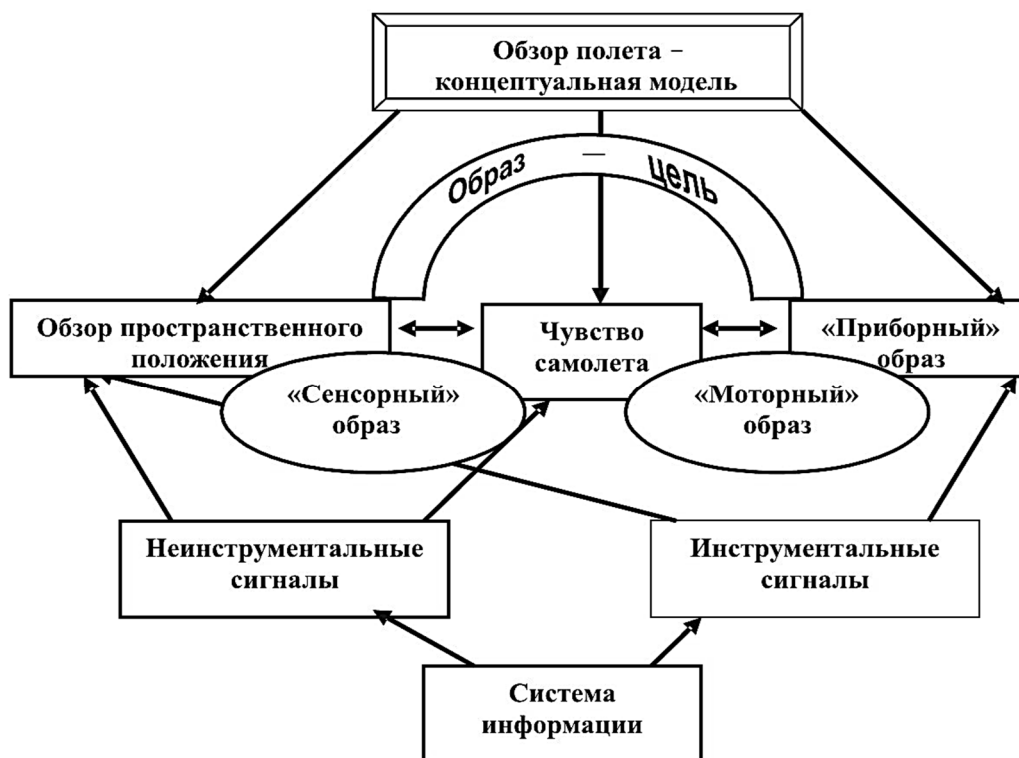


Рисунок 1 – Структура и содержание психического образа, регулирующего действия летчика

Сознательное использование образа полета рассматривается самими летчиками как основа обеспечения его безопасности, а само психологическое понятие «образ полета» напрямую связывается с практикой обучения. По мнению летчиков, перестройка методов обучения должна заключаться в отказе от направленности на выработку автоматизированных действий и переходе к методам, предполагающим сознательное построение «механизмов регуляции действий, обеспечивающих формирование полноценного образа полета уже на ранних стадиях подготовки» [6]. В связи с этим, необходимо, чтобы курсант, уже на первоначальном этапе обучения, овладел теоретическими знаниями о построении, содержании образа полета, его структуре, а также о психологических характеристиках летной деятельности.

Одним из перспективных направлений в обучении является «Метод опорных точек». «Опорные точки» это принятое условное обозначение мест на траектории фигуры пилотажа, в которых начинается и оканчивается определенный участок. В каждой из опорных точек летчик тратит время на переработку информации, принятие решения и выполнение действий по его реализации. Для опорных точек присущи определенное пространственное положение самолета, а также показания приборов и специфические неинструментальные сигналы, которые формируют информационную картину опорной точки. Однако часто общий объем информации оказывается избыточным для пилотирования. Поэтому для создания образа пространственного перемещения самолета и регуляции с его помощью действий по пилотированию летчик использует только ту часть информации, которая необходима для четкого определения конкретной опорной точки.

С позиции пространственных перемещений опорные точки это типовые полетные ситуации, которые составляют фигуру пилотажа. С помощью опорных точек представляется возможным в ходе обучения существующее многообразие пространственных перемещений свести к нескольким десяткам типовых полетных ситуаций, для каждой из которых характерны четкие инструментальные и неинструментальные признаки. Со стороны техники пилотирования опорные точки выступают в качестве цели действий, поэтапное достижение которых приведет к успешному выполнению фигур пилотажа.

«Метод опорных точек» успешно применялся в отечественной авиационной практике в 80-х гг. XX века, при его разработке были учтены результаты исследований базовых физиологических механизмов и особенностей пространственной ориентировки. Метод опорных точек использовался при первоначальном летном обучении курсантов на самолетах Л-29 и Л-39, при переучивании на боевой самолет, а также в ходе учебно-боевой подготовки летчиков 1-го и 2-го классов с налетом 1000 и более часов [1, 14]. Однако в 90-е гг. с началом реформирования в стране, в том числе и в военной структуре, исследования в этой области были приостановлены.

Проведенные исследования показали, что у курсантов (летчиков) проходивших подготовку по методу опорных точек в отличие от обучающихся без применения этого метода, осуществлялось целенаправленное формирование образа полета, наблюдалось повышение показателей осведомленности, и осмотрительности в полете, уменьшилось время обращения к приборам и соответственно улучшился контроль внекабинного пространства. Также отмечалось более рациональное распределение внимания и увеличение резервов внимания. Применение метода опорных точек в обучении курсантов технике пилотирования привело к сокращению на 20 % времени освоения ими вывозной программы. Повысилось психологическое удовлетворение полетами, окрепло чувство уверенности и раскрепощенности в полете и возросла надежность деятельности в визуальном и приборном полете [10].

Наличие информационных признаков опорных точек позволяет по единой методике объяснить, показать и проконтролировать понимание курсантами задач пилотирования по элементам фигур пилотажа и сформировать у них умение использовать различную информацию для регуляции своих действий, т.е. сделать процесс формирования образа полета целенаправленным и управляемым. Так, например, целью проведения наземной подготовки по методу опорных точек является формирование на основе изучения техники выполнения и распределения внимания на фигурах пилотажа чувственных представлений о положении самолета в пространстве, характере ощущения и восприятия различных неинструментальных сигналов и умений переводить закодированную в показаниях приборов информацию в наглядный образ пространственного положения самолета. Для этого летчиком-инструктором могут использоваться наглядные материалы в виде плакатов и схем с изображением сил, действующих на самолет, в опорных точках на траектории фигур пилотажа, модели самолета; слайды с изображением показаний приборов и положения видимых частей самолета относительно внекабинного пространства в опорных точках, а также других средств обучения (кинофильмы, кинофрагменты), имеющихся в распоряжении училища [7, 9, 13].

Еще одним методом, используемым в практике обучения образу полета, является идеомоторная тренировка, позволяющая совершенствовать профессиональные компетенции летчиков. Она предполагает проигрывание курсантом конкретного полетного задания в состоянии аутогенного расслабления. В процессе тренировки в задание на определенном этапе мысленного полета можно включать различные особые случаи. Также при выполнении идеомоторной тренировки представляемые действия могут сопровождаться (либо не сопровождаться) определенными движениями с воображаемыми или реальными органами управления и оборудованием кабины самолета [16, 17].

Методика «Пеший по-летному», предполагает перемещение курсанта (летчика) по специально оборудованному участку земли, представленному в виде летного поля, окруженного местностью, характерными ориентирами, контрольными и поворотными пунктами в зависимости от выполнения полетного задания. Не спеша, передвигаясь, курсант проговаривает, свои действия на каждом участке своего маршрута, зачастую решая «вводные», которые ему дает руководитель занятия (инструктор).

Преимущество данного метода заключается в том, что, во-первых, быстрее определяется степень готовности курсанта (летчика) к вылету, во-вторых в процессе такого розыгрыша в памяти обучаемого лучше закрепляются основные элементы предстоящего полетного задания, повышается его готовность к преодолению всякого рода трудностей, с которыми он может столкнуться в воздухе за счет моторного закрепления образа полета.

Подводя итог, отметим, что образ полета имеет важное значение в летном труде и определяет надежное выполнение курсантом (летчиком) профессиональной деятельности. Осознанное формирование образов пространственного положения является сложной психологической задачей, однако при наличии высокой мотивации и активным тренировкам можно добиться высоких успехов в летной деятельности, и по сегодняшний день актуальны слова известного летчика Г.Г. Громова сформулированные им еще в 30-е годы прошлого столетия: «Каждый летчик сам должен строить надежность своей профессии» [4, с. 107].

В настоящее время с появлением новых интерактивных технологий представляется перспективным внедрение инновационных подходов в обучении образу полета курсантов с учетом тактико-технических возможностей современной авиационной техники.

Полагаем, что применение средств 3D моделирования в учебном процессе существенно расширит возможности метода опорных точек и значительно повысит эффективность его применения, обеспечит высокую надежность деятельности в визуальном и приборном полете и формировании прочного летного навыка.

#### Список литературы:

1. Ананьев Б.Г. Теория ощущений. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1961. – 456 с.
2. Благинин А.А. Образ полета в профессиональной деятельности летчика / А.А. Благинин, С.Н. Синельников, И.О. Натуральников // Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии им С.М. Кирова. – СПб. : ВМедА, 2018. – С. 23–28.
3. Громов М.М. «На земле и в небе». – Жуковский : Изд-во Печатный двор, 1999. – 512 с.
4. Завалова Н.Д. Образ в системе психической регуляции деятельности / Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко. – М. : Наука, 1986.
5. Коваленко П.А. Пространственная ориентировка пилотов. – М. : Транспорт, 1989. – 230 с.
6. Коваленко П.А. Учение об иллюзиях полета: Основы авиационной делиологии / П.А. Коваленко, В.А. Пономаренко, А.В. Чунтул. – М. : ИП РАН, 2007. – 461 с.
7. Крюков Н.П. Метод опорных точек / Н.П. Крюков, Н.А. Кремь // Авиация и космонавтика. – 1983. – № 6. – С. 26–27; – № 7. – С. 27–28.
8. Натуральников И.О. Психофизиологические особенности восприятия информации при формировании образа полета летчика : дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2021.
9. Обучение курсантов технике пилотирования с использованием опорных точек. – М. : Воениздат, 1987. – 153 с.
10. Основы авиационной психологии и психологической подготовки курсантов ВВАУЛ. Материалы к лекциям по учебной программе курса / Под ред. В.А. Пономаренко. – М. : 1990.
11. Платонов К.К. К теории обучения ориентировке в полетах по приборам / К.К. Платонов, Г.Г. Голубев. – М., 1958. – С. 106–110.
12. Пономаренко В.А. Смысл авиации 5-го поколения. – URL : <https://www.libfox.ru/673900-vladimir-ponomarenko-smysl-aviatsii-5-go-pokoleniya.html>



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ, ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



CURRENT STATE AND TRENDS OF ENVIRONMENTAL SAFETY,  
ENVIRONMENTAL GREENING

**Ильинова С.В.**

кандидат экономических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** Проблема улучшения качества окружающей среды урбанизированных территорий на основе эколого-экономической оценки в современных условиях эколого-экономического развития приобрели принципиально новый характер как по организационно-управленческим, так и по социально-экономическим последствиям, в том числе с позиций обоснования количественных параметров планирования, управления, прогнозирования.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, окружающая среда, природопользование.

**Ilyinova S.V.**

PhD in Economics Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The problem of improving the environmental quality of urbanized territories on the basis of ecological and economic assessment in modern conditions of ecological and economic development has acquired a fundamentally new character both in organizational and managerial and socio-economic consequences, including from the standpoint of substantiating quantitative parameters of planning, management, forecasting.

**Keywords:** ecological safety, environment, nature management.

Экономическая оценка состояния загрязнения и определение основных показателей, необходимых для сохранения качества окружающей среды, позволяют разработать комплексный план защиты, восстановления и улучшения качества окружающей среды. Основой такого плана должны стать предполагаемые минимально обоснованные расходы, увязанные с годовыми бюджетами на различных уровнях (местном, районном, национальном).

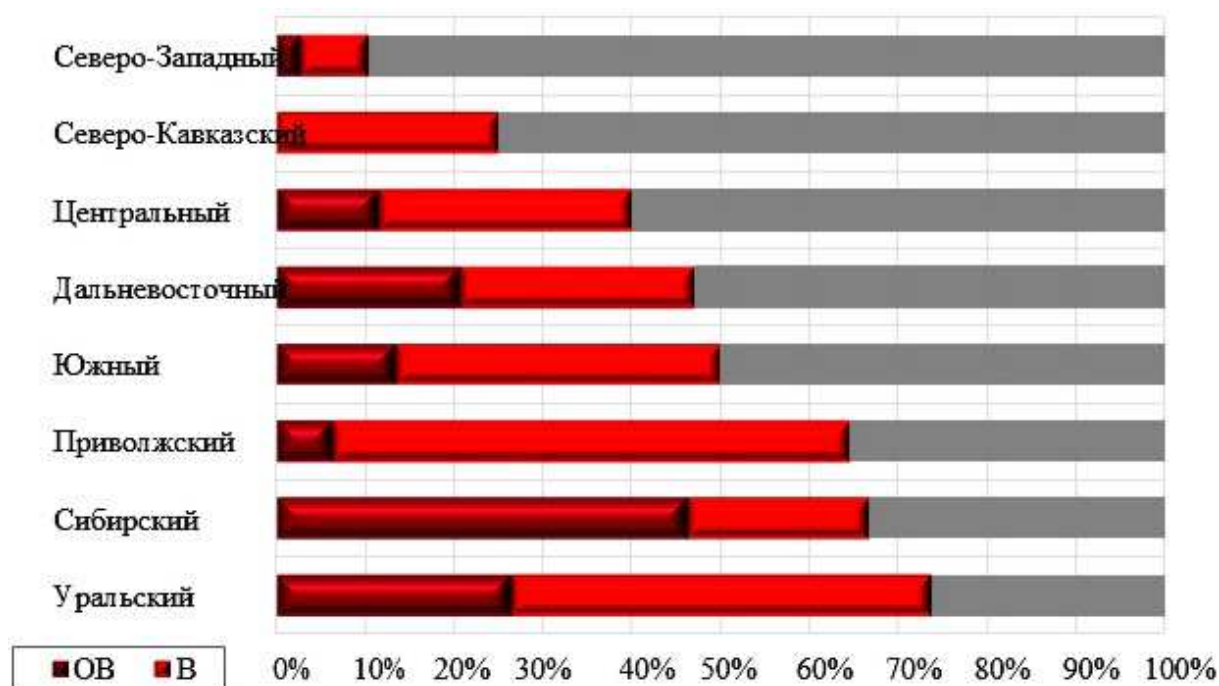
На сегодняшний день России действуют новые законы, постановления Правительства указы Президента, и другие нормативные документы, касающиеся важных сторон жизни государства и общества и затрагивающие большинство физических и юридических лиц, которые были приняты для создания условий гармоничного развития общества и природы, предполагающего полное удовлетворение потребностей человека, а так же необходимого проведения ресурсосберегающих и природоохранных мероприятий, обеспечивающих сохранение здоровья людей, поддержание комфорта их жизни.

В нашей стране сохранились сплошные массивы ненарушенных экосистем, к которым относятся, прежде всего восточносибирская тайга, включая район озера Байкал и Камчатку. Общая ненарушенная площадь составляет 6077 тыс. км<sup>2</sup>. Значительный массив нетронутой лесной растительности сохранился в провинции западной евразийской тайги, площадь которой (в основном на территории Западной Сибири и в Европейской части России) составляет около 3 млн км<sup>2</sup>. Это – крупнейшие в мире центры стабилизации окружающей среды, уникальный экологический ресурс.

Однако экологическая обстановка российских городов вызывает опасение. Список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2021 году по сравнению с 2020 г. расширился. В нем сохранились все 15 городов из предыдущего отчетного периода и добавились еще 27 городов, в то же время это связано не с ухудшением состояния атмосферного воздуха, а явилось результатом изменения значений ПДК (перечни приоритетных веществ), в связи с вновь установленными СанПиН 1.2.3685-21.

На сегодняшний день наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы проводятся в 77 субъектах Российской Федерации. По данным проводимых наблюдений 46 % городского населения страны в 2021 г. испытывали воздействие высокого и очень

высокого уровня загрязнения воздуха. Большинство из этих городов (54) расположены на территории Европейской части России, из них в Приволжском федеральном округе находятся 28 городов с высоким уровнем загрязнения, в Южном ФО – 11 городов, в Центральном ФО – 10 городов. В 74 % городов Уральского ФО уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий, 67 % – в Сибирском, 65 % – в Приволжском, 50 % – в Южном (рис. 1).



**Рисунок 1** – Количество городов (%) с высоким (В) и очень высоким (ОВ) уровнем загрязнения воздуха в федеральных округах РФ в 2021 г.

Список городов с высоким уровнем загрязнения в 2021 г. включает 80 городов с общим числом жителей в них 40,2 млн человек, что составляет 27 % от всего населения страны [4].

Действующий в России Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.» федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология», направлен на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 12 городах: Братске, Красноярске, Липецке, Магнитогорске, Медногорске, Нижнем Тагиле, Новокузнецке, Норильске, Омске, Челябинске, Череповце и Чите и кардинального снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в указанных городах [1].

Сложная экологическая обстановка – следствие накопленных за многие десятилетия структурных деформаций хозяйства, приведших к его сырьевой ориентации, доминированию ресурсоемких и энергоемких технологий, чрезмерной концентрации производства в наиболее экономически развитых регионах страны.

Еще 10 лет назад значительная часть основных производственных фондов не отвечала экологическим требованиям. Риск техногенных аварий был вызван, прежде всего, физическим износом основных средств. Доля экологически несовершенных технологий в промышленности, сельском хозяйстве, энергетике, на транспорте превышала 90 %.

Сегодня организации меняют свое отношение к экологически чистому производству по нескольким причинам, среди которых основными являются: обязательное следование национальным и международным законам, давление со стороны потребителей, принятие стратегий экологического менеджмента, что, в свою очередь, создает возможности для деловых организаций. Одним из способов, с помощью которого компании включают экологические вопросы в свои стратегии, укрепляя при этом свои кон-

курентные преимущества, являются инновации, которые могут оказывать положительное воздействие на окружающую среду [5].

По данным издания «Экология России» – нацпроект «Экология РФ» к наиболее полезным и значимым для окружающей среды научные открытия 2021 г. можно отнести: установку для переработки медицинских масок в электроэнергию и стройматериалы, изобретенную учеными из Института теплофизики СО РАН (Новосибирск); прибор для поглощения углекислого газа в помещениях, созданный сотрудниками Троицкого института инновационных и термоядерных исследований (ГНЦ РФ ТРИНИТИ, входит в ГК «Росатом»); нефтепоглощающий сорбент, представленный учеными КузГТУ им. Горбачева; сорбент, который не дает вредоносным водорослям цвести, разработанный специалистами Курчатовского университета; нефтесорбент на основе свекловичного жома, который Химики из Уфимского государственного авиационного университета создали на основе свекловичного жома; сорбент, который очищает сточные воды от антибиотиков, изготовленный учеными из Санкт-Петербургского университета (СПбГУ); новый сорбент для очистки промышленных земель, разработанный сотрудниками ЮУрГУ; «Пушка Фролова» для утилизации отходов без сжигания, представленная российским ученым из Центра химической физики РАН Сергеем Фроловым; новая технология утилизации взрывоопасных и пиротехнических веществ, которую создали ученые из Новосибирского государственного технического государственного университета (НГТУ); безотходная утилизация покрышек – новый способ безотходной утилизации покрышек от карьерных самосвалов разработали ученые из КузГТУ; биоразлагаемый пластик – разработка специалистов Вятского государственного университета [9].

На современном этапе развития проблемы охраны окружающей среды рождается новое понятие – экологическая безопасность, под которым понимается состояние защищенности природной среды и жизненно важных экологических интересов человека, прежде всего его прав на благоприятную окружающую среду.

Экологическая безопасность – совокупность свойств, состояний, процессов и действий различных объектов, прямо или косвенно не приводящих к материальным ущербам (или угрозам таких ущербов) экономической среде и отдельным людям [3].

В качестве приемлемого признают такой экологический ущерб, при котором не нарушается гармоничная структура, взаимосвязь и саморегуляция процессов и обеспечивается сохранение экологического равновесия в экосистемах, сохранение здоровья, жизнедеятельности людей и исключаются отдельные последствия антропогенных воздействий для настоящего и последующих поколений.

Требования экологической безопасности распространяются на все техногенные объекты и виды антропогенной деятельности: воинские части, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, автомобильный комплекс и т.д. Концепция национальной безопасности России относит угрозы в экологической сфере к приоритетным наряду с политической, экономической, военной, информационной сферами.

В зависимости от происхождения, содержания и способов воздействия различают следующие виды экологических угроз: экологическая агрессия, внешняя экологическая угроза, внутренняя экологическая угроза [5].

Научной основой всех мероприятий по обеспечению экологической безопасности населения и рациональному природопользованию служит теоретическая экология, важнейшие принципы которой ориентированы на поддержание гомеостаза экосистем и на сохранение экзистенционного потенциала.

Нерациональное природопользование в конечном счете ведет к экологическому кризису, а экологически сбалансированное природопользование создает предпосылки для выхода из него.

Перечень угроз экологической безопасности достаточно велик и в каждом регионе имеет свои специфические отличия. Большинство угроз экологической безопасности возникает из-за ошибок в управлении, а также как следствие перехода от одной общественно-экономической формации к другой.

Среди важных задач по обеспечению экологической безопасности – сохранение и развитие богатых положительных традиций в российском природопользовании (уни-

кальной системы особо охраняемых природоохранных территорий, успехов в восстановлении численности редких и ценных промысловых животных), а также более широкий учет и использование международного опыта в области организации контроля, мониторинга и использования природных ресурсов и защиты здоровья населения от неблагоприятных изменений природной среды.

Улучшение экологического состояния России – один из важнейших элементов общего экономического возрождения страны, так как нельзя возродить экономику, не думая об экологии, и наоборот [7].

Необходимо учитывать важность экологического нормирования антропогенных нагрузок для поддержания экологического равновесия естественных экосистем, каждая из которых имеет свою «хозяйственную емкость», которая не должна превышать.

Немаловажное значение имеет вопрос международного сотрудничества для сохранения биологического разнообразия, защиты озонового слоя, предотвращения антропогенного изменения климата, охраны лесов, борьбы с опустыниванием, развития системы особо охраняемых территорий, обеспечения безопасного уничтожения ядерного и химического оружия. Должны содействовать устойчивому развитию России и быть экологически ориентированы зарубежные инвестиции. Недопустимо размещение на территории страны «грязных» производств.

Факторы, образующие в совокупности угрозу экологической безопасности человечества, отдельным странам и регионам, настолько сегодня очевидны и тревожны, что сохранение и восстановление данной среды как общей системы жизнеобеспечения человека превращается в задачу первостепенной важности, в первую очередь с точки зрения перспектив промышленного (технологического, научно-технического) развития.

Ключевым фактором, который характеризует экологическую безопасность, является то, что она основывается на экосистемном подходе и рассматривает проблему рационального природопользования как проблему выживания человеческой цивилизации. Она поднимает экологическую проблематику на уровень таких глобальных проблем, как предотвращение термоядерной войны и обеспечение политической и военной безопасности.

Проблемы экологической безопасности затрагивают всех независимо от их социально-экономической и политической ориентации [2].

развитие экологически ориентированного бизнеса позволяет снизить техногенное воздействие на окружающую среду, способствуя тем самым выходу страны на устойчивый путь социально-экономического развития, при котором не превышает ассимилирующая способность природы.

Наиболее слабым звеном экологической безопасности является недостаточная экономическая заинтересованность предприятий в эффективном использовании природных ресурсов и охране окружающей среды. Практика функционирования предприятий показывает, что в настоящее время экономический ущерб от нерационального использования природных ресурсов непосредственно на конечных показателях их хозяйственной деятельности сказывается незначительно. Это же можно сказать и о поощрении трудовых коллективов тех предприятий, которые имеют достижения в рациональном использовании природных ресурсов и соблюдении экологических нормативов.

По нашему мнению немаловажным является экономическое стимулирование охраны окружающей среды, которое может осуществляться путем:

- установления налоговых и иных льгот при внедрении малоотходных и безотходных технологических производств, использовании вторичных ресурсов и другой аналогичной деятельности;
- освобождения от налогообложения экологических фондов, передачи части средств экологических фондов для реализации мер по снижению выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- установления повышенных норм амортизации основных производительных природоохранных фондов;
- применения поощрительных цен и надбавок за экологически чистую продукцию;

- введения специального налогообложения экологически вредной продукции, а также продукции, выпускаемой с применением экологически опасных технологий;
- применение льготного кредитования организаций, эффективно осуществляющих охрану окружающей природной среды [8].

На современном этапе для предупреждения вреда окружающей природной среде, здоровью и генетическому фонду человека в стандартах на новую технику, технологии, материалы, вещества и др. продукцию, способную оказать вредное воздействие на окружающую природную среду устанавливаются экологические требования.

При этом следует помнить, что «экологически грязная» продукция уже сегодня не находит спроса на мировом рынке.

#### **Список литературы:**

1. Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.».
2. Михненко Т.Н. Стимулирование перехода промышленности на «зелёные» технологии / Т.Н. Михненко, Л.В. Кречетова, Е.А. Михнева // Молодёжь и системная модернизация страны. – 2019. – С. 318–321.
3. Экостроительство и экодом как часть современного общества / Т.Р. Мурадов [и др.]. – 2019. – С. 29.
4. Основные показатели охраны окружающей среды // статистический бюллетень. Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ). – 2021.
5. Пация С.А. Технологии на защите. Студенческий научный форум / С.А. Пация // Электронный сборник статей по материалам XXIX студенческой международной научно-практической конференции. – М. : Изд. «МЦНО». – 2020. – № 7(29). – С. 151. – URL : [https://nauchforum.ru/archive/SNF\\_social/7%2829%29.pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_social/7%2829%29.pdf)
6. Плужник А.А. Использование современных экотехнологий / А.А. Плужник // Вестник студенческого научного общества ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет». – 2020. – Т. 3. – № 12. – С. 239–243.
7. Теличенко В.И. «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности: понятия, термины, стандарты / В.И. Теличенко // Вестник МГСУ. – 2019.
8. Удовиченко Д.И. Высокие технологии / Д.И. Удовиченко // Мировая наука. – 2019. – № 6. – С. 476–479.
9. Анализ применения современных экологических технологий в строительстве / Е.В. Виноградова [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2019.
10. URL : <https://ecologyofrussia.ru/glavnye-dostizheniya-uchenykh-v-2021-godu>

УДК 371

**ФОРМИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ  
БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ**



**FORMATION OF MANAGERIAL COMPETENCE  
FUTURE OFFICERS**

**Савицкий Ю.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Нефедовский В.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Короткевич А.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков,  
kvvaul@mail.ru

**Давыдова П.Д.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье авторами проведен анализ управленческих компетенций будущих офицеров, которые формируются на основе изучения и усвоения компетенций, определенных стандартом военно-профессиональной деятельности, способствующим будущим офицерам качественно нести службу и эффективно решать поставленные служебные задачи. Результатом использования представленных авторских методик и моделей является повышение уровня развития управленческой компетентности будущих офицеров.

**Ключевые слова:** учебный процесс, образование, усвоение, компетенции, военно-профессиональная деятельность, управленческие компетентности, образовательные компоненты, педагогическое моделирование, методики обучения.

**Savitsky Yu.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Nefedovsky V.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Korotkevich A.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Davidova P.D.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** In the article, the authors analyzed the managerial competencies of future officers, which are formed on the basis of the study and assimilation of competencies defined by the standard of military professional activity, contributing to future officers to serve efficiently and effectively solve assigned service tasks. The result of using the presented author's methods and models is to increase the level of development of managerial competence of future officers.

**Keywords:** educational process, education, assimilation, competencies, military professional activity, managerial competencies, educational components, pedagogical modeling, teaching methods.

**П**роцесс обучения в военном вузе строится на основе изучения и усвоения компетенций, определенных стандартом военно-профессиональной деятельности, способствующим будущим офицерам качественно нести службу и эффективно решать поставленные служебные задачи. Управленческая компетентность офицера в настоящее время является важным компонентом в общей системе военно-профессиональной подготовки. В современных условиях тотальной цифровизации всех сфер профессиональной деятельности система военно-профессиональной подготовки также проходит процессы трансформации, системно повышаются оценочные критерии ответственности и роли обучающихся во владении и управлении цифровыми технологиями.

В связи с этим, управленческая компетентность офицера выходит на новый уровень не только в коммуникативном взаимодействии и организационной деятельно-

сти, но и в управлении процессов взаимодействия человека и технологий. Для создания модели развития управленческой компетентности будущих офицеров мы проанализировали понятие «моделирование».

Основные требования к педагогическому моделированию: объективная модельная передача реального объекта; возможности его трансформации; экспериментальная проверка возможных результатов и т.д. При создании модели развития управленческой компетентности будущих офицеров анализировали возникающие в модели изменения, определяли взаимосвязи между педагогическими условиями развития управленческой компетентности будущих офицеров и ее результатом; определяли компоненты модели развития управленческой компетентности будущих офицеров; разрабатывали программу развития управленческой компетентности будущих офицеров; обосновывали оптимальные формы, методы, функции, средства развития управленческой компетентности будущих офицеров, осуществляя разработку критериев, показателей и уровней.

Далее перейдем к непосредственному описанию нашей модели развития управленческой компетентности будущих офицеров. Модель развития управленческой компетентности будущих офицеров включает в себя четыре блока (табл. 1).

Таблица 1

Модель развития управленческой компетентности будущих офицеров			
Целевой блок	Теоретический, структурно-компонентный блок	Функционально-содержательный блок	Результативно-оценочный блок

Далее охарактеризуем принципы развития управленческой компетентности будущих офицеров в военном учебном центре гражданского вуза, к которым считаем нужным отнести:

1. Принцип системности предусматривает развитие управленческой компетентности будущих офицеров как компонента системы профессиональной компетентности будущего военного специалиста. Кроме того, реализация данного принципа означает структурирование проблемы и ее решения, учет внешних и внутренних взаимосвязей, взаимозависимостей структуры управленческой компетентности будущих офицеров.

2. Принцип целенаправленности предполагает как установку цели, так и соотношение этой цели с необходимыми образовательными ресурсами. При этом важно не только обеспечить связь цели с реализацией образовательных задач, направленных на развитие управленческой компетентности будущих офицеров, но и акцентировать внимание на самом слабом звене, которое может помешать достижению целей.

3. Принцип приоритетности (последовательности) предусматривает определение приоритетности текущих учебных задач. Реализация данного принципа означает способность обучающихся принимать конструктивные решения по необходимости изменения порядка решения задач, их скорости выполнения (времязатратность задачи), сложности выполнения задачи, наличие в данный момент необходимых ресурсов, их доступность и совершенствованию системы принятия решений.

4. Принцип адаптивности предусматривает способность подстраиваться/изменяться под текущие обстоятельства, связанные с принятием управленческих решений с целью улучшения качества учебной работы.

5. Принцип интерактивности рассматривается как активное взаимодействие между субъектами образовательного процесса, что предполагает использование интерактивных цифровых технологий в ходе развития управленческой компетентности будущих офицеров.

6. Принцип эффективности предусматривает способность существовать в конкурентных условиях и быть эффективным по результатам обучения, а также гарантировать достижение высокого уровня обучения.

Структурно-компонентный блок включает в себя когнитивный, деятельностный и рефлексивно-ценностный компоненты. Далее рассмотрим компоненты модели развития управленческой компетентности будущих офицеров. Когнитивный компонент

предусматривает освоение системой знаний об управленческой деятельности как ведущей деятельностью будущего офицера в ходе военно-профессиональной деятельности, о средствах и формах военно-профессионального самосовершенствования, обобщения и трансляции опыта, а также самопрезентации. Деятельностный компонент рассматривается:

- как способность воздействовать на коллектив (мотивировать, обучать, организовывать и др.);
- осуществление самоконтроля, самоорганизации, саморазвития и др.;
- способность управлять собственной деятельностью целью повысить ее эффективность.

Деятельностный компонент предусматривает также умение планировать, организовать, проводить и анализировать военно-профессиональную деятельность. Рефлексивно-ценностный компонент предполагает умение осуществлять анализ и синтез средств, умение проектировать цель, задачи для участников военно-профессиональной деятельности в управленческих формулировках. Рефлексивно-ценностный компонент предусматривает наличие таких качеств как: целеустремленность, способность к анализу ситуации и выявлению корневой проблемы, принятию решений. Далее перейдем к рассмотрению функционально-содержательного блока модели развития управленческой компетентности будущих офицеров.

Функционально-содержательный блок включает в себя программу развития управленческой компетентности будущих офицеров. Программа развития управленческой компетентности будущих офицеров включает в себя:

- этапы развития управленческой компетентности обучающихся (установочный, основной, итоговый);
- функции, к которым относятся: аналитическая, мотивационно-целевая, планово-прогностическая, организационная и контрольно-корректировочная; методы (исследовательский метод, метод проектов, метод рефлексивного анализа, метод мозгового штурма, кейс-метод);
- формы (лекция (проблемная лекция, лекция с разбором микро-ситуаций, лекция-дискуссия); семинар (семинар-практикум, семинар-дискуссия); ролевая игра; тренинг; эссе, портфолио);
- средства (учебно-материальная база, учебники, учебные пособия, учебно-тренировочные комплексы, мультимедийные учебные разработки, компьютерные обучающие программы, компьютерные обучающие тренажеры).

Реализация программы развития управленческой компетентности будущих офицеров подразумевает разделение работы на следующие этапы:

**I этап** – установочный (1 семестр), в ходе которого происходит получение обучающимися начальных знаний об управленческой деятельности будущего офицера, осознание обучающимися важности развития управленческой компетенции у будущих офицеров; освоение квалификационных требований к военнопрофессиональной подготовке.

**II этап** – основной (2–3 семестр). Целью данного этапа является формирование у обучающихся знаний, навыков и умений, связанных с управленческой деятельностью будущего офицера в ходе выполнения его военнопрофессиональных обязанностей; развитие управленческой компетентности будущих офицеров. В ходе данного этапа происходит формирование и развитие личностнопрофессиональных качеств, необходимых для развития управленческой компетентности, таких как: лидерские качества, самоорганизация, самодисциплина и т.д.

**III этап** – итоговый (4 семестр) характеризуется завершением процесса развития управленческой компетентности будущего офицера в рамках обучения в военном вузе. В ходе итогового этапа происходит оценка результата (уровня развития управленческой компетентности будущих офицеров), а также эффективности применения разработанной модели развития управленческой компетентности будущих офицеров. Программа развития управленческой компетентности будущих офицеров способствует реализации множества функций.



Основными функциями развития управленческой компетентности будущих офицеров являются: аналитическая, мотивационно-целевая, плано-прогностическая, организационная и контрольно-корректировочная функции.

1. Успешное выполнение аналитической функции предполагает наличие таких умений, как: анализ, отбор и дифференциация соответствующей информации; анализ учебно-методических материалов, необходимых для развития управленческой компетентности будущего офицера; анализ, синтез и использование современных информационно-коммуникационных технологий для развития управленческой компетентности.

2. Мотивационно-целевая функция предусматривает способность к целеполаганию в ходе военно-профессиональной деятельности; установлению оптимального стиля общения для осуществления трудовых функций; соотношению своей военно-профессиональной деятельности с ее задачами и целями; проявлению заботы о коллективе; стимулирование активной деятельности подчиненных. Суть этой функции состоит в том, чтобы каждый член коллектива должным образом выполнял свою задачу в нем, поддерживая общую командную цель.

3. Плано-прогностическая функция в рамках управленческой компетентности предполагает наличие у будущего офицера прогностических умений таких как: умение планировать свою деятельность и коллектива в соответствии со стратегиями военно-профессиональной деятельности; разрабатывать документацию и пользоваться ею; внедрять в собственную работу, работу подчиненных современные информационно-технические средства. Плано-прогностическая функция является основой управления коллективом и важнейшей стадией управленческого цикла на всех уровнях управления. Деятельность руководителя должна быть направлена на выбор доступных целей и разработку программы действия.

4. Организационная функция будущего офицера предполагает распределение функциональных обязанностей, делегирование полномочий, а также рациональную организацию военно-профессиональной деятельности. Организационная функция будущего офицера также предполагает грамотное распределение обязанностей внутри команды; создание благоприятной атмосферы. В этой последовательной цепочке элементов деятельности руководителю важно знать возможности каждого исполнителя и опираться на их сильные стороны.

5. Контрольно-корректировочная функция заключается в выполнении поставленных задач; обеспечении обратной связи; анализа причин отклонения от запланированного результата в процессе военно-профессиональной деятельности; внесении необходимых поправок и корректировке военно-профессиональной деятельности. Контрольно-корректировочная функция будущего офицера предполагает внесение коррективов в ход военно-профессиональной деятельности. Программа развития управленческой компетентности будущих офицеров предусматривает использование определенных методов.

Программа развития управленческой компетентности будущих офицеров включает в себя использование исследовательского метода, метода проектов, метода рефлексивного анализа, метода мозгового штурма, кейс-метода.

Рассмотрим эти методы более подробно.

1. *Исследовательский метод.* Данный метод обучения применяется для развития творческого, аналитического, критического, систематического и др. процессов мышления обучающихся. Применительно для обучения в военном вузе исследовательский метод будет способствовать развитию управленческой компетентности будущих офицеров за счет инструментов, применяемых при организации исследовательской деятельности. К ним относятся: постановка проблемы или задач, связанных с военно-профессиональной деятельностью; представление актуальных общенаправленных вопросов с целью решения путем поискового-исследовательского процесса; анализ, синтез и обработка больших информационных данных; работа в команде, выстраивание коммуникации и др.

2. *Метод проектов.* В современном мире метод проектов широко применяется в системе образования на разных уровнях. Свою популярность он получил за счет возможности организации практической деятельности в творческом виде. Это способствует

ет стимулированию интереса обучающихся к проектной деятельности, где они могут себя проявить в различных направлениях, исполняя отведенные им роли в проектной команде.

3. *Метод рефлексивного анализа.* Данный метод предусматривает оценку обучающимся военного учебного центра своего способа решения поставленной проблемы, своего вклада в решение этой проблемы, работу в группе, паре, определение причин успехов и неудач в обучении. Метод рефлексивного анализа способствует формированию познавательных стратегий, способности планировать свою познавательную деятельность.

4. *Метод мозгового штурма.* Метод мозгового штурма (мозговой штурм, мозговая атака, от англ. brainstorming) рассматривается как процесс решения возникшей проблемы, когда участники обсуждения предлагают как можно больше самых разных вариантов решения, из которых потом выбираются наиболее удачные. Метод мозгового штурма предполагает наличие нескольких участников, которые включают в проблемную дискуссию и предлагают быстрые решения, задействуя свою вторую мыслительную систему. Основная задача данного метода – научиться быстро анализировать и обрабатывать информацию, с целью выхода из проблемной ситуации, применяя различные способы и подходы.

5. *Кейс-метод.* Данный метод зародился в начале XX века, применили его как дополнение к лекциям преподавателя Гарвардского вуза, в виде озвучивания проблемных задач и студенческих обсуждений по их решению. На основе искусственно созданной проблемной ситуации, которую надо разрешить, преподаватель предлагал студентам найти различные способы ее решения, либо самостоятельно, либо в групповой работе. Метод кейсов способствует развитию навыков решения практических задач в профессиональной деятельности, так как основан на решении кейс-задач.

Представим краткое описание модели развития управленческой компетентности будущих офицеров. Модель развития управленческой компетентности будущих офицеров включает в себя четыре блока: целевой, теоретический, структурно-компонентный, функционально-содержательный и результативно-оценочный (табл. 2).

**Таблица 2**

МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ОФИЦЕРОВ			
Целевой блок	Теоретический блок	Структурно-компонентный блок	Функционально-содержательный и результативно-оценочный блок
закрывающаяся в развитии управленческой компетентности будущих офицеров	обозначены теоретико-методологические подходы и принципы	включает в себя когнитивный, деятельностный и рефлексивно-ценностный компоненты	включает в себя программу развития управленческой компетентности будущих офицеров

Таким образом, результатом использования представленных методик и моделей является повышение уровня развития управленческой компетентности обучающихся, которые способствуют будущим офицерам качественно нести службу и эффективно решать поставленные служебные задачи. В модели развития управленческой компетентности будущих офицеров представлены педагогические условия для: стимулирования профессиональной мобильности; активизация лидерских качеств посредством проектной деятельности; освоение обучающимися навыков эмоционального интеллекта; повышение уровня цифровой компетентности обучающихся.

**Список литературы:**

1. Системный подход к самостоятельной работе обучающихся / Ю.А. Савицкий [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 1. – С. 445–448.
2. Савицкий Ю.А. Современный взгляд на естественно-научную грамотность обучаемых / Ю.А. Савицкий, В.А. Нефедовский, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 405–408.

3. Исаев Г.Р. Требования безопасности полётов к самолётам транспортной категории / Г.Р. Исаев, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 404–407.
4. Нефедовский В.А. Исследование в области развития пространственного мышления будущего военного лётчика / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 2. – С. 226–237.
5. Вешкин С.В. Философия и педагогика как взаимодополнительные формы дискурса и стратегии следования образования / С.В. Вешкин, Р.Р. Черный, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 4. – С. 14–23.
6. Варфоломеева С.В. К вопросу о педагогических технологиях в дистанционном обучении / С.В. Варфоломеева // Гуманитарные и социальные науки. – 2022. – № 1. – С. 132–137.
7. Энсис Е.И. Педагогические условия развития мышления курсантов военных вузов в современном образовании / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2022. – № 5. – С. 150–156.

УДК 378:018.43

О НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКОГО  
И МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В КВВАУЛ



ABOUT THE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL,  
MANAGERIAL AND METHODOLOGICAL SUPPORT  
OF DISTANCE LEARNING IN KVVVAUL

**Папулов В.Д.**

кандидат военных наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
papulov@bk.ru

**Дунайцев А.И.**

кандидат военных наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
dunajcev.a@bk.ru

**Шипулин М.В.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы получения дополнительного профессионального образования и основные пути их решения.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, организационное и методическое обеспечение.

**Papulov V.D.**

PhD in Military Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
papulov@bk.ru

**Dunaitsev A.I.**

PhD in Military Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
dunajcev.a@bk.ru

**Shipulin M.V.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the problems of obtaining additional professional education and the main ways to solve them.

**Keywords:** distance learning, organizational and methodological support.

Сложившаяся в настоящее время социально-экономическая обстановка в России и большая потребность в регионах на образовательные услуги, желание получить доступ к знаниям, используя современные информационные технологии, остро обозначили проблемы, возникшие в частности при получении дополнительного профессионального образования офицерами Краснодарского ВВАУЛ, а именно:

- значительная территориальная удаленность ряда подразделений от базового факультета учебного заведения;
- финансовые проблемы, не позволяющие многим желающим кадровым офицерам приезжать и учиться очно в Краснодаре;
- снижение боевого потенциала подразделений при отрыве офицерского состава, уезжающего на учебу в Краснодар для прохождения очного обучения по программам дополнительного профессионального образования;
- недостаточная эффективность традиционных форм и методов обучения.

Исследование проблем высшего образования ведущими университетами мира и российскими вузами показывает, что их решение лежит в области дистанционного обучения [1], активного применения в учебном процессе современных информационных технологий.

Многолетний опыт российских университетов по дистанционному обучению привел к достаточно интересным наработкам в сфере создания телекоммуникационного обеспечения и мультимедийных программных продуктов учебного назначения.

За период своего развития дистанционное обучение прошло путь от «обучения по переписке» до применения в качестве средств доставки учебного материала: аудио- и видеокассет, телевидения, компьютерных программ и сетей Интернета, а также спут-

никовых систем. Так, в соответствии с используемыми средствами обучения в педагогике выделяются три разновидности технологий дистанционного образования: кейс-технологии, TV-технологии, сетевые технологии (рис. 1). В настоящее время предпочтение отдается применению сетевых технологий, включающих в себя:

- учебные материалы, размещенные в сети Интернет;
- сетевое взаимодействие, представляющее специальное программное обеспечение для организации общения посетителей сайта;
- телеконференцию.

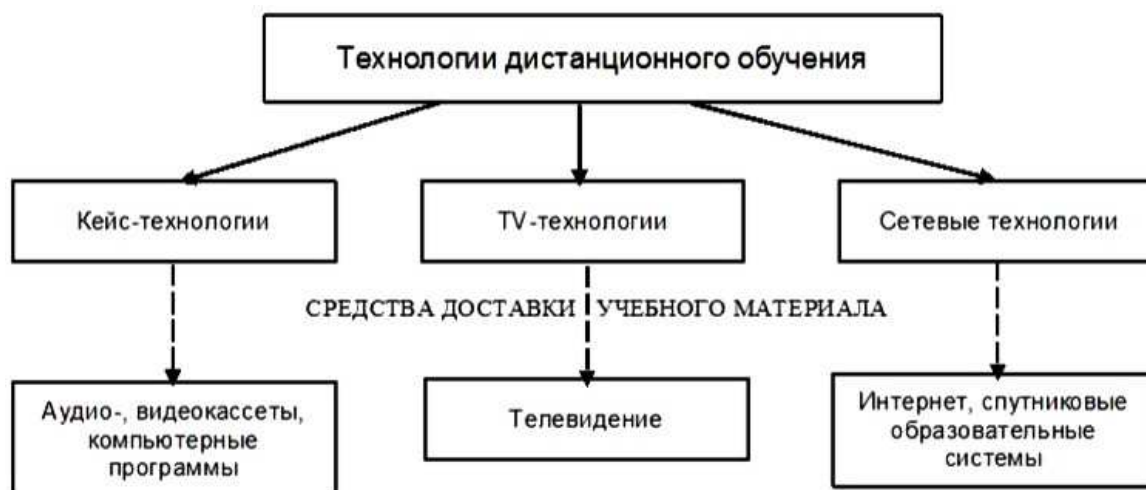


Рисунок 1 – Технологии дистанционного обучения

Однако, отсутствие в настоящее время достаточного теоретического базиса и методического опыта работы в условиях быстро растущих технологических возможностей, привело прежде всего к созданию большого количества малоэффективных электронных учебных пособий, не отвечающих в полной мере требованиям методики и дидактики дистанционного обучения, не говоря уже о соблюдении эргономических и психофизиологических требований к такого рода разработкам.

В связи с этим хотелось бы отметить значимость проводимой сотрудниками 11 кафедры КВВАУЛ научно-исследовательской работы «Дистанция – 11», которая призвана решить ряд научно-прикладных задач, позволяющих наметить пути разрешения вышеуказанных противоречий с целью развития дистанционных форм обучения в Краснодарском ВВАУЛ и тем самым повысить эффективность образовательной деятельности.

Используя опыт подготовки учебно-методического материала, реализации программы дополнительного профессионального образования по специальности «Профессиональная переподготовка преподавательского состава для выполнения нового вида профессиональной деятельности в сфере педагогики высшей школы», а также с учетом требований действующих нормативно-правовых актов и положений научно-методических разработок [1, 2], сформированы подходы к подготовке комплексов учебно-методических комплексов учебных дисциплин программ дистанционного образования.

Однако, отсутствие в настоящее время достаточного теоретического базиса и методического опыта работы в условиях быстро растущих технологических возможностей, привело прежде всего к созданию большого количества малоэффективных электронных учебных пособий, не отвечающих в полной мере требованиям методики и дидактики дистанционного обучения, не говоря уже о соблюдении эргономических и психофизиологических требований к такого рода разработкам.

В связи с этим хотелось бы отметить значимость проводимой сотрудниками 11 кафедры КВВАУЛ научно-исследовательской работы «Дистанция – 11», которая призвана решить ряд научно-прикладных задач, позволяющих наметить пути разрешения вышеуказанных противоречий с целью развития дистанционных форм обучения в

Краснодарском ВВАУЛ и тем самым повысить эффективность образовательной деятельности.

Используя опыт подготовки учебно-методического материала, реализации программы дополнительного профессионального образования по специальности «Профессиональная переподготовка преподавательского состава для выполнения нового вида профессиональной деятельности в сфере педагогики высшей школы», а также с учетом требований действующих нормативно-правовых актов и положений научно-методических разработок [1, 2], сформированы подходы к подготовке комплексов учебно-методических комплексов учебных дисциплин программ дистанционного образования, которые включают:

- педагогический сценарий;
- путеводитель по курсу;
- материалы для изучения (полнотекстовая электронная версия лекции (ЭУИ) модуля или блока, дополнительные источники информации и т.п.);
- тренировочные материалы;
- портфель проектных заданий;
- глоссарий.

Педагогический сценарий требует от разработчиков курса детализации структуры учебного материала, описания последовательности его применения и изучения.

Путеводитель по курсу разрабатывается для обучающегося с целью оказания ему помощи в изучении всех компонентов комплекса учебно-методических материалов, указывает на установленные процедуры прохождения курса (понедельный график изучения модулей курса, рубежные тренировочные и контролирующие мероприятия и т.п.). Путеводитель уведомляет обучающегося о системе поддержки в процессе прохождения курса, о всех доступных ему ресурсах, помогает выбрать для себя оптимальные решения.

Материал для изучения структурируется по модулям, которые представляют из себя относительно завершённые фрагменты учебного курса и охватывают весь спектр дидактических функций (к примеру, учебная дисциплина).

Модули в свою очередь структурируются по блокам. Причем блок – это завершённая тематическая единица информации данной предметной области, снабжённой целями, содержательной информацией в виде лекции и дополнительными материалами для углублённого изучения, а также примерами и заданиями для самоконтроля (к примеру, отдельная тема).

Тренировочные материалы содержат тренинги для закрепления материала данного блока (темы) и модуля (учебной дисциплины), а также тесты для контроля и самоконтроля.

Портфель проектных заданий составляется из реальных заданий данной предметной области с целью погрузить обучающегося в ситуацию, максимально приближённую к реальной (повседневная деятельность подразделений, решение боевых задач).

Окружающая среда представляет собой комплекс программных средств для организации и сопровождения полноценного процесса дистанционного обучения и должна обеспечить:

- регистрацию пользователей;
- администрирование учебного процесса;
- организацию телеконференций и т.д.

Применение технологий дистанционного обучения в системе как общего, так и дополнительного профессионального образования имеет хорошую перспективу развития. Эта форма обучения позволяет организовать самостоятельную творческую деятельность в сочетании с исполнением своих должностных обязанностей и без ущерба для боевой готовности подразделений.

Учитывая, что основу процесса дистанционного обучения составляет самостоятельная работа обучающегося, большое значение при его реализации имеет организационно-методическое сопровождение.

**Таблица 1**

Организационно-методическое сопровождение дистанционного обучения		
1. Набор и зачисление в учебные группы	2. Разработка учебных планов, программ и тематических планов	3. Подготовка электронных учебно-методических материалов (кейсов, кассет, дисков, дистанционных учебных курсов и др.), входящих в электронный учебно-методический комплекс дисциплин (ЭУМКД)
Организационно-методическое сопровождение дистанционного обучения		
4. Контроль учебного процесса в целом	5. Организация консультаций	6. Централизованное ведение организационной документации в образовательной учреждении по дистанционному обучению

Современные информационные технологии и компьютерные телекоммуникации открывают новые возможности и предъявляют дополнительные требования к организации процесса обучения. Новые возможности в свою очередь заставляют искать соответствующие решения в развитии информационно-инструментальной базы и методической поддержки многоуровневой системы непрерывного образования в Вооруженных силах РФ в целом и в ВКС РФ, в частности.

**Список литературы:**

1. Бабешко В.Н. Информационно-методическое, организационно-административное и технологическое обеспечение процесса открытого и дистанционного обучения / В.Н. Бабешко, М.И. Нежурина // Университетское управление: практика и анализ. – 2000. – № 1(12). – С. 43–46.
2. Газманова О.Ю. Организационно-методическое обеспечение дистанционного обучения / О.Ю. Газманова // Проблемы развития территории. – 2012. – Вып. 5(61).
3. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.
4. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
5. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
6. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.

УДК 37.013.42

К ВОПРОСУ О ЗАДАЧАХ ВОЕННОЙ  
ПЕДАГОГИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ



TO THE QUESTION OF THE TASKS  
OF THE MILITARY PEDAGOGY IN THE MODERN WORLD

**Гимбицкая Л.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Гимбицкий В.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Колеванов А.Ю.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрен анализ процесса воспитания курсанта, который обеспечивает преемственную связь между поколениями. Выявлена и обоснована главная нерешенная задача исследования: прекратить сужать воспитательный процесс до понятия процесса формирования личности под влиянием целенаправленной деятельности командиров и преподавателей в системе учебной деятельности. На основе проведенного анализа авторами исследованы педагогика, как наука социальная и связанная с группой наук об обществе, а также специфика и направленность военных учреждений.

**Ключевые слова:** военная педагогика, общественно-исторический момент, традиции вооруженных сил, формирование личности, функция общества.

**Gimbitskaya L.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Gimbitsky V.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kolevatov A. Yu.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** This article analyzes the process of educating a cadet, which provides a continuity between generations. The main unsolved task of the study is identified and justified: to stop narrowing the educational process to the concept of the process of personality formation under the influence of purposeful activity of commanders and teachers in the system of educational activities. Based on the analysis, the authors investigated pedagogy as a social science and related to a group of social sciences, as well as the specifics and orientation of military institutions.

**Keywords:** military pedagogy, socio-historical moment, traditions of the armed forces, personality formation, function of society.

Педагогика призвана решать кардинальные вопросы организации образования, т.е. определять содержание обучения и воспитания, т.е. разрабатывать структуру учебно-воспитательных учреждений, учитывая конкретную историческую обстановку и объективные потребности государства.

Под влиянием требований жизни меняется и школа, усложняются и задачи, которые должны решать педагоги. Все большее значение приобретает задача совершенствования форм и методов обучения, и воспитания.

Выдающуюся роль в становлении педагогики впервые сыграли Н.К. Крупская, А.В. Луначарский, разработавшие основные принципы единой «трудовой» школы, связавшей деятельность педагогов с задачами страны в целом. Большой вклад в педагогику внесли также С.Т. Шацкий, П.П. Блонский и др. В 30–40-е годы большую роль в развитии педагогики и решении практических задач воспитания сыграл крупнейший советский педагог А.С. Макаренко.

В конце 50-х годов XX века были вскрыты и проанализированы недостатки и упущения в вопросах политехнического обучения и трудовой подготовки. На ликвидацию этих недостатков был направлен закон «Об укреплении связи школы с жизнью и о



дальнейшем развитии народного образования в нашей стране», принятый в сентябре 1958 года. В последующие годы продолжался чрезвычайно быстрый рост производительных сил, развития науки, техники и культуры, в результате чего росли и усложнялись требования к воспитанию и образованию, изменялись условия осуществления этих требований.

Ведь прежде всего военная педагогика решает группу теоретических вопросов о роли воспитания в жизни общества и в формировании личности, о взаимоотношении развития общества и личности. Педагогика стремится дать ответ на вопросы о том, чем и как воспитание служит обществу, как оно соотносится с другими общественными явлениями, как воспитание меняется со всем ходом общественного развития.

Кроме того, педагогика стремится выявить, как благодаря воспитанию изменяется организм и психика, как развиваются умственные силы и познавательные способности, каково соотношение внутренних закономерностей развития человека и целенаправленных педагогических воздействий на него.

Опираясь на данные общественных наук, военная педагогика изучает объективные потребности общества в воспитании и условия для их реализации. На этой основе формулируются цели и задачи воспитания будущих офицеров в стране, которые должны отражать закономерности развития всего общества. Далее должны быть разработаны общие принципиальные основы, на которых строится обучение и воспитание курсантов, а также научные основы системы военных училищ, их типы и определена роль и место в этой системе учреждений каждого типа.

Военная педагогика призвана дать также научно обоснованные рекомендации и по организации процесса воспитания, применению специальных методов и особых форм, которые используются в воспитательной работе. Она старается раскрыть, при каких условиях применяемые средства и методы обучения и воспитания достигают оптимального эффекта.

В задачи педагогики входит разработка научных основ психологической и практической подготовки человека к труду, к активному участию в жизни страны.

Одной из важнейших задач педагогики является определение роли и значения педагога в обществе, в учебно-воспитательном процессе и разработка системы требований, которым должен удовлетворять педагог и которые должны учитываться при разработке содержания педагогического образования в нашей стране. Ведь педагогика оказывает непосредственное влияние на практику обучения и воспитания.

При анализе педагогических явлений и разработке проблем педагогики исследователь применяет методы, соответствующие двум основным направлениям научного поиска.

Первое направление ведет исследователя к научной литературе, в которой отражены данные предшествующих научных исследований в области педагогики или смежных наук, а также описан практический опыт, часто недоступный для непосредственного изучения (например, исторический опыт или современный опыт зарубежной школы). При этом используются такие формы работы над научной литературой, как составление библиографии (списка основной литературы по теме или проблеме исследования), аннотирование (краткое изложение общего содержания данной работы), реферирование и конспектирование (более развернутые формы записи основных мыслей и положений из просмотренной литературы), выписывание цифрового и фактического материала, цитирование.

Второе направление научного педагогического поиска – изучение и организация практического опыта, научное объяснение и описание реального процесса обучения и воспитания – определяет специфику соответствующих ему исследовательских методов.

Военная педагогика – это наука, имеющая свою определенную область научного познания. Возникновение и развитие любой науки вызывается потребностями общества. Появление военной педагогики было вызвано потребностью общества к более эффективной подготовке офицерского состава Российской Армии, к сохранению и развитию лучших традиций вооруженных сил.

Воспитание курсанта обеспечивает преемственную связь между поколениями.

При этом в процессе воспитания молодежь не только должна усвоить коллективный опыт и знания, накопленные предшествующими поколениями, но и у нее должны быть сформированы качества, необходимые для решения тех новых задач, которые выдвигаются жизнью и которые не стояли перед старшим поколением [1].

Таким образом, воспитание – есть процесс передачи общественно-исторического опыта новым поколениям с целью подготовки их к общественной жизни и к военной службе.

Областью научного познания военной педагогики и является воспитание курсанта. Поэтому педагогика определяется как наука о воспитании человека [1].

В военной педагогике принято понятие воспитания курсанта сужать до понятия процесса формирования личности под влиянием целенаправленной деятельности командиров и преподавателей в системе учебной деятельности. Однако, большее значение имеет процесс воспитания курсанта во внеучебное время [2].

Военная педагогика неразрывно связана с историей педагогической науки. Исторический подход к педагогическим явлениям позволяет вскрыть их общественную сущность и видеть изучаемые явления в процессе развития и изменения.

Воспитание и обучение курсантов в военных училищах отражает специфику и направленность этих учреждений. Методики преподавания отдельных дисциплин (как военных, так и общеобразовательных) развиваются как отрасли педагогики и представляют собой частные области теории обучения [2, 3].

Каждая наука может развиваться лишь в том случае, если четко определена область ее научного познания. В действительности же проведение четких границ между данной наукой и смежными является делом довольно сложным. В настоящее время, в эпоху бурного развития и взаимопроникновения наук, когда происходит как процесс дифференциации (дробления областей научных знаний), так и процесс их интеграции (слияния) [3, 4].

Педагогика, как наука о воспитании, являющемся одной из функций общества, – наука социальная и связана с группой наук об обществе.

Большое значение для решения конкретных проблем связи военной педагогики с другими науками имеют такие отрасли философии, как социология, исследующая влияние среды (военной части) на человека (курсанта), этика, как наука, занимающаяся разработкой проблем морали и нравственного воспитания людей, эстетика, разрабатывающая проблемы эстетического идеала и путей, и средств приобщения людей к прекрасному [5].

В любом случае, объектом обучения и воспитания является человек. При решении вопросов о том, как учить и как воспитывать курсанта, педагогика неизменно объединяется с науками, исследующими природу и закономерности физического и психического развития человека – с физиологией и психологией [1, 4].

Процесс обучения и воспитания – это не только процесс внешнего воздействия педагога на курсанта, но это и внутренний процесс формирования личности. Не зная этого внутреннего процесса, педагог будет действовать вслепую. Основой для рационального применения методов обучения и воспитания служит общая психология и особенно возрастная психология. Именно психология вооружает педагога знанием закономерностей психической деятельности человека в разные периоды и ее изменений под влиянием обучения и воспитания. Особенно большое значение для разработки педагогических проблем имеют результаты психологических исследований, закономерностей мышления, памяти, формирования черт личности, мотивов, потребностей и привычек.

Естественнонаучной основой педагогики и психологии является физиология. Большой вклад в ее развитие внесли великие русские ученые И.М. Сеченов, И.П. Павлов. Труды этих ученых по вопросам нервно-психического развития человека, механизмов поведения людей, рефлекторной природы психической деятельности продолжают служить источником для более глубокого изучения педагогикой сущности протекания у человека основных нервных и психических процессов, связанных с обучением и воспитанием.

Из теоретического наследия И.П. Павлова наибольшее значение для понимания естественнонаучной основы ряда принципов обучения и воспитания имеет его учение о высшей нервной деятельности, об условных рефлексах и механизмах их образования, динамическом стереотипе, взаимодействии первой и второй сигнальных систем, о единстве физического и психического развития человека. Очень важными являются также положения о роли ориентировочного рефлекса, рефлекса цели, а также о законах протекания процессов возбуждения и торможения.

Только знание физиологических основ психических явлений и процессов помогает педагогу яснее представить себе некоторые механизмы обучения и воспитания.

Большую помощь в решении вопросов воспитания и воспитательной работы в курсантской среде сможет оказать наука – общественная психология.

Предметом ее является совокупность явлений, относящихся к сфере общественного сознания, т.е. чувства, настроения, вкусы, мнения, оценки, убеждения, привычки, обряды, обычаи, черты характера и особенности склада групп людей, находящихся до поступления в училище в разных социальных условиях.

Выявление различий в общественном сознании человека и установление определенных закономерностей в этих различиях, вскрываемых в результате массовых обследований, могут и должны оказать помощь педагогике в определении наиболее эффективных путей воздействия на каждого курсанта, обеспечивающих формирование сознания, соответствующего целям военного воспитания.

С первых дней пребывания курсанта в военном училище возникают кардинальные вопросы организации его жизни.

Первая задача военной педагогики – это определение содержания обучения и воспитания, а также разработка структуры учебно-воспитательного учреждения, учитывающая конкретную историческую обстановку и объективные потребности государства [3].

Вторая задача – роль воспитания в жизни общества и в формировании личности, о взаимоотношении развития общества и личности [3].

Третья задача – разработка научных основ психологической и практической подготовки курсантов к службе в вооруженных силах [3].

Четвертая задача – определение роли и значения преподавателя в училище, в учебно-воспитательном процессе и разработка системы требований, которым должен удовлетворять преподаватель и которые должны учитываться при разработке содержания образования в нашей стране [3].

Методологической основой военной педагогики является изучение педагогических явлений в соответствии с условиями быта курсанта т.е. [2, 3]:

а) изучение условий жизни, при которых совершен тот или иной поступок, то или иное явление;

б) рассмотрение педагогических явлений в конкретных условиях места и времени, в связи и во взаимодействии с другими явлениями общественной жизни. Это означает, что ни одно педагогическое явление не может и не должно рассматриваться изолированно, вне связи с другими явлениями, имеющими отношение к данному;

в) определение условий перехода количества в качество (например, при обучении курсантов привитие им умений и навыков, норм поведения);

г) внимание во все внутренние противоречия и выделение ведущего начала в борьбе между новым и старым качеством.

Методами научно-педагогических исследований являются [6]:

– наблюдение – длительное восприятие, дающее возможность проследить течение какого-либо явления или те изменения, которые происходят в объектах восприятия под влиянием определенных педагогических воздействий;

– беседа – имеющая целью сбор фактического материала, выяснение и уточнение вопросов, которые не могут быть раскрыты другим способом;

– интервьюирование – строгое соблюдение порядка заранее намеченных вопросов с записью ответов;

– исследование письменных, расчетно-графических, контрольных работ, курсы проекты;

– анкетирование;

- эксперимент – специально организуемая проверка того или иного метода или приема с целью выяснения его педагогической эффективности;
- тесты – серии вопросов, требующие краткого однозначного ответа или выбора готового ответа из нескольких предлагаемых вариантов.

Еще одним направлением внедрения математических методов в педагогические исследования является статистическая обработка количественных данных экспериментальных исследований или результатов сбора массового материала. К наиболее простым приемам обработки относятся [6]:

- определение средних величин;
- вычисление степени рассеивания (дисперсии – среднего квадратичного отклонения и коэффициента вариации);
- определение отношения количества правильных и неправильных ответов по отношению ко всем заданным вопросам и т.п.

Применение данных методов помогает более точно оценить результаты эксперимента и повышает надежность выводов из них.

Далеко не каждый офицер может успешно справиться со всеми многочисленными и разносторонними обязанностями командира, однако, каждый назначенный командир должен воспитывать в себе качества, которые могут помочь ему стать хорошим командиром.

Командир должен обладать высокой идейностью, убежденностью и иметь хорошую общеполитическую подготовку. Это важнейшее требование предъявляется и к любому преподавателю, работающему с курсантами. Однако для командира подразделения это имеет особое значение, поскольку он осуществляет воспитательную работу во внеучебное время, сталкивается со множеством вопросов, фактов и поступков курсантов, требующих принципиальной оценки и особой разъяснительной и воспитательной работы. Командир, чтобы иметь авторитет у курсантов, должен быть «мастером своего дела» - быть беспристрастным, справедливым, человечным, понимающим огрехи подчиненного, но знающим Устав, обладать широким кругозором, быть человеком большой культуры, разносторонне развитым, имеющим обширный круг интересов и хотя бы общие знания в самых различных областях, интересующих современную молодежь. Он должен быть образцом для курсантов и в одежде, и в подтянутости, точности выполнения обещаний, в требовательности и доведении своих требований до конца, в культуре речи, в выдержке, умении владеть собой; в суждениях о людях, отношении к ним, т.е. во всех своих действиях и поступках.

Командир должен хорошо знать психологию, быть чутким и внимательным, пользоваться доверием у подчиненных. Он должен проявлять интерес к их жизни, уметь строго хранить в тайне ставшие ему известными факты и стороны их личной жизни, проявлять такт в обсуждении их с учебным подразделением. Командир должен уметь разговаривать с подчиненными, вызывать их на откровенность, не высмеивать их признаний, проявлять уважение к их личности, к их внутреннему миру.

Командиру нужны и хорошие организаторские способности: инициативность, умение тактично развивать активность курсантов, направлять движение коллектива.

Командир для оказания заметного влияния на личность курсантов должен сам обладать теми качествами, которые он хочет воспитать в них.

Без этого воспитание даже при самой четкой и правильно продуманной системе воспитательных мероприятий не будет иметь должного эффекта, так как личность воспитателя имеет в воспитании чрезвычайно большое, если не решающее значение.

### **Список литературы:**

1. Крашенинников Е. Любовь к педагогике. – М. : Наука, 2017. – 167 с.
2. Фесенко Е. Нестандартный, или «плохой хороший» ребенок. – СПб. : Изд-во «КультИнформПресс», 2011. – 422 с.
3. Дрозд К.В. Актуальные вопросы педагогики и образования. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – М. : Юрайт, 2019. – 266 с.
4. Есекешова М. Педагогика высшей школы : учеб. пособие / М. Есекешова, Ж. Сагалиева. – М. : Фолиант, 2018. – 256 с.

5. Каптерев П.Ф. История русской педагогики. Учебное пособие для вузов : в 2-х ч. – Ч. 2. Общественная педагогика. – М. : Юрайт, 2019. – 272 с.
6. Ильина Т.А. Общие основы педагогики : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. – М., «Просвещение», 2008. – 569 с.
7. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145–154.
8. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.

УДК 37.013.42

О ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ  
БУДУЩЕГО ЛЕТЧИКА, НЕ ИМЕЮЩЕГО  
ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ЛЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ



ABOUT MILITARY-PROFESSIONAL MOTIVATION A FUTURE PILOT  
WHO DOES NOT HAVE INITIAL FLIGHT TRAINING

**Гимбицкая Л.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Гимбицкий В.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Чеснов Ю.Н.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Gimbitskaya L.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Gimbitsky V.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Chesnov Yu.N.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена назревшая необходимость поднятия профессионального уровня подготовки военного летчика. Выявлена и обоснована главная нерешенная задача исследования – военно-профессиональная мотивация (ВПМ) курсантов высших военных авиационных училищ. На основе проведенного анализа авторами исследована необходимость совокупности профессионально важных качеств (ПВК): личностных, интеллектуальных, психофизиологических, физиологических и физических.

**Ключевые слова:** повышение боевой эффективности, профессиональный уровень подготовки военного летчика, формирование умений и системы деятельности, сравнительный анализ эффективности летного обучения, первоначальная летная подготовка, общеобразовательные школы-интернаты.

**Abstract.** This article discusses the urgent need to raise the professional level of training of a military pilot. The main unsolved task of the study - military-professional motivation (VPM) of cadets of higher military aviation schools has been identified and substantiated. Based on the analysis, the authors investigated the need for a set of professionally important qualities (PVK): personal, intellectual, psychophysiological, physiological and physical.

**Keywords:** improving combat effectiveness, professional level of military pilot training, formation of skills and systems of activity, comparative analysis of the effectiveness of flight training, initial flight training, and boarding schools.

Современный этап в развитии Вооруженных Сил Российской Федерации характеризуется сочетанием тенденций, с одной стороны, в повышении боеготовности армии, и с другой стороны, оптимизация финансовых расходов на ее содержание.

Развитие военной авиации, совершенствование летательных аппаратов коренным образом изменили характер вооруженной борьбы в воздухе. Она отличается высокой маневренностью, скоротечностью и напряженностью, быстрым и резким изменением обстановки, расширившимися возможностями применения вооружения и повышением боевой эффективности. Чтобы действовать в таких условиях, военный летчик должен отличаться решительностью, наступательным порывом и боевой дерзостью, инициативой и находчивостью, уметь взаимодействовать, проявлять тактическую внезапность, сочетать маневр с применением средств авиационного поражения. Для этого ему, как никогда ранее, необходимы глубокие теоретические знания, разносторонние

профессиональные умения и навыки, физическая выносливость, высокие морально-боевые качества. Другими словами, в современных условиях должен быть существенно серьезно поднят профессиональный уровень подготовки военного летчика. Увеличение маневренных свойств самолетов 5-го поколения, качественное изменение систем отображения информации и управления вооружением, рост величин пилотажных перегрузок, повышение социальной значимости каждого полета предъявляет к личности военного летчика, его морально-психологическому статусу, физическому развитию, навыкам и умениям более жесткие требования, несоответствия которым во многом снижает эффективность профессиональной деятельности.

В решении задач подготовки военного летчика основная роль отводится профессиональному обучению. Центральное место в нем должно принадлежать не просто отработке навыков, но формированию умений и системы деятельности в целом.

Объектом исследования является военно-профессиональной мотивации (ВПМ) курсантов высших военных авиационных училищ.

Цель исследования - проведение сравнительного анализа эффективности обучения в летных училищах, уровня ВПМ и отчисляемости курсантов, имеющих и не имеющих опыт первоначальной летной подготовки [1].

В процессе анализа изучалась успешность обучения в нескольких военных училищах выпускников общеобразовательных школ-интернатов с первоначальной летной подготовкой (ОШИ с ПЛП) и лиц из числа гражданской молодежи по показателям теоретической и летной подготовки, а также особенности формирования ВПМ курсантов, имеющих и не имеющих опыт первоначальной летной подготовки в ОШИ с ПЛП [2].

Курсанты из числа выпускников ОШИ с ПЛП учатся значительно успешнее, чем бывшие школьники из числа гражданской молодежи, по всем критериям обучения [1]. Курсанты с высоким уровнем ВПМ обладают лучшими показателями успешности теоретического и профессионального летного обучения, чем лица с низким уровнем мотивированности на овладение военной летной профессией [3].

Назрела необходимость разработать предложения по учету уровня ВПМ в процессе профотбора и обучения курсантов, совершенствованию профотбора в летные училища. Эффективность от применения предложений может быть получена в результате снижения отчислений курсантов из училищ (экономический ущерб от отчислений в вузах МО РФ снизится) за счет отсева в процессе профотбора низкомотивированных кандидатов и увеличения процента зачисляемых выпускников ОШИ с ПЛП.

Успешность обучения и последующей профессиональной деятельности летчика во многом зависит от его способностей – совокупности профессионально важных качеств (ПВК), среди которых, по современным представлениям, принято различать пять групп: личностные, интеллектуальные, психофизиологические, физиологические и физические. Уровень развития этих качеств в целях определения профессиональной пригодности выявляется при наборе кандидатов на обучение в вузе. Мировой и отечественной наукой разработаны достаточно эффективные методы оценки 4-х последних групп ПВК (приемные экзамены, врачебно-летная экспертиза, психологический отбор). Значительно менее точно оцениваются личностные качества, в том числе наиболее важное из них в профессиональном плане – мотивационная сфера, направленность на освоение профессии. Как отмечают исследователи, пока не существует методов изучения мотивации абитуриентов, которые могут быть определены для обязательного использования в процедурах профессионального психологического отбора ВВУЗов [3].

В то же время, именно исходно низкий уровень мотивации или его снижение в процессе учебы в военном училище стало в наше время основной причиной ухода курсантов из военных училищ, нанося большой ущерб ВС РФ.

Теоретические исследования отечественных ученых – А.Н. Леонтьева, Б.Ф. Ломова, С.Л. Рубинштейна, Б.М. Теплова [1, 4] свидетельствуют о том, что развитие важных для профессии качеств человека и формирование их целостной системы наиболее полно и адекватно происходит в процессе самой этой деятельности. Это относится и к летной профессии: доказано, что летная подготовка сопровождается значительным развитием специфических свойств психики, способствующих эффективности летной деятельности [1, 4, 5].

Исходя из этого, и опираясь на опыт работы в нашей стране подобных спецшкол ВВС в 1941–1955 гг., обосновано, что обучение юношей в ОШИ с ПЛП перед поступлением в летные училища значительно повысит их профпригодность. Имеются также зарубежные данные об эффективности первоначальной летной подготовки при обучении в военных авиационных училищах [2, 5].

Первоначальная летная подготовка, проводимая в ОШИ с ПЛП, является также одним из способов формирования мотивации будущих военных летчиков.

Стержневой основой развития подростка в раннем юношеском возрасте является проблема интересов, которые развиваются в виде целостных структурных и динамических тенденций в определенной системе, где побудительным началом являются потребности, образующиеся в ходе приспособления подростка к окружающей социальной среде. С этой точки зрения в ОШИ с ПЛП созданы благоприятные условия для формирования и развития устойчивой мотивации на летную работу, ибо их воспитанники попадают в атмосферу особой духовности, где образ мышления педагогов, изучаемые предметы и используемые средства имеют выраженную авиационную направленность и активно воздействуют на личность подростка. Однако, формирование профессиональной направленности происходит не само по себе, а требует постоянных целенаправленных воздействий. Этой проблеме посвящены работы ряда авторов [3, 4, 5].

Учебно-воспитательная и социолого-психокоррекционная работа по формированию мотивационно-личностной сферы обучаемых позволяет сохранять стабильно высокий уровень мотивации воспитанников на протяжении первых двух лет обучения и оптимизировать структуру личностных характеристик за счет развития эмоционально-волевых и интеллектуальных качеств в 1,5–2 раза, а также улучшать свойства социальной адаптации на 15–20 % [3]. По сравнению с гражданской молодежью, поступающей в летные училища, среди выпускников ОШИ с ПЛП больше лиц с 1 группой профотбора [3].

Однако, затянувшееся из-за отсутствия должного уровня финансирования реформирование ВС РФ и низкий уровень материальной обеспеченности и социальной защищенности офицерского состава привели в последние годы к заметному снижению в обществе престижности военной службы. Из сведений вузов МО РФ следует, что подавляющее количество отчислений курсантов связано с их низкой ВПН [4]. Рост отчисляемости курсантов военных училищ (далеко не самых слабых, а подчас и отличников) по причине нежелания продолжать обучение становится важнейшей причиной, оттесняя на второй план традиционные неуспеваемость, медицинское несоответствие, недисциплинированность и прочие [3].

В числе основных факторов, влияющих на решение курсантов о прекращении обучения в военных училищах, оказались бытовые и материальные трудности и социально-психологические проблемы. Действительно, нелегко сохранять романтические представления о профессии летчика на фоне сокращения и реального состояния дел в армии и авиации (известно, что в частях летчики имеют очень малый налет), бедственного положения офицеров в гарнизонах (отсутствие квартир для военнослужащих, рабочих мест и детских учреждений для членов их семей), низкого материального обеспечения, падения престижа военных профессий, в том числе летной, и т.п. Тем важнее и актуальнее формировать и поддерживать в молодом поколении направленность на летную профессию [4].

Большой процент отчисления курсантов по показателям низкой профессиональной мотивации приводит к серьезным социальным последствиям. Прежде всего, велики неоправданные издержки военного ведомства на обучение этих курсантов. Нерационально расходуется интеллектуальный труд профессорско-преподавательского состава вузов. Увольнение из рядов ВС РФ части молодых офицеров, утративших интерес к избранной профессии, приводит к некомплекту офицерских кадров и, как следствие, к снижению показателей боеготовности и боеспособности частей.

Ряд авторов предлагают выявлять устойчивость ВПН уже в период поступления. Исследования показали, что успеваемость курсантов с сильными и устойчивыми мотивами на 0,8 балла выше, чем у низкомотивированных [2].



Изменяется роль командира-наставника в самостоятельной подготовке курсантов. С традиционной – контролирующей функции, акцент в его деятельности необходимо перенести в качестве методиста, консультанта, советчика и наставника курсантов. Формирование установок, определение характера информационной среды, включение самостоятельного задания в структуру занятия (лекционного, практического, группового, семинарского, самостоятельной контролируемой работы, межпредметных заданий и учебно-профессиональных задач, и т.д.). Командир взвода показывает курсантам, что готовность к непрерывному поиску нового актуального знания, к грамотному осуществлению информационных процессов (поиска, хранения, переработки, распространения) – одна из профессиональных компетенций специалиста в любой отрасли, которая определяет успешность его личностного роста и профессиональную востребованность. Недостаток традиционной практики использования самостоятельных работ в учебном процессе заключается именно в том, что управление самостоятельной работой осуществляет преподаватель. Именно он ставит цель работы, определяет ее продолжительность, побуждает курсанта к ее выполнению, контролирует и оценивает ее ход и результат. Такое положение дел с организацией самостоятельной работы в вузе является прямым следствием традиционной модели школы, где, по некоторым данным, доля самостоятельных работ на уроках занимает только определенное количество учебного времени. Если рассматривать современную высшую школу в контексте этой проблемы, то придется признать, что одним из противоречий в её деятельности является противоречие между необходимостью превращения курсантов в активных субъектов собственного учения посредством продуманной системы самостоятельных работ и доминированием в учебном процессе деятельности преподавателя, обрекающим обучающихся на роль пассивных объектов систематических педагогических воздействий. Разрешение этого противоречия видится в продуманном вводе в структуру учебного процесса системы самостоятельной подготовки курсантов, усложняющейся по мере перехода с одной ступени обучения на другую, в разработке программы и технологии обучения курсантов выполнению самостоятельных работ и формировании у них психологической готовности к самостоятельной познавательной деятельности. Эффективность самостоятельной работы курсантов повышается, если обеспечен ряд организационно-педагогических условий [4, 5]:

1. Процесс обучения строится на основе системного подхода: являясь частью системы, самостоятельная работа осуществляется системно, целенаправленно, продуктивно.

2. Самостоятельная работа организовывается командиром взвода, соответственно этапу обучения им определяются содержание, динамика, формы контроля и методы стимулирования с целью перевода курсанта в позицию субъекта познания, творчества и общения.

3. Кадровое обеспечение, отвечающее современным требованиям образовательного процесса в организации и управлении самостоятельной подготовки (командир взвода в качестве методиста, консультанта, советчика и наставника).

4. Развитие самостоятельности осуществляется на основе личностно-индивидуального и деятельностного подхода.

5. Учебно-материальная база самостоятельной подготовки должна соответствовать требованиям системы профессиональной подготовки.

6. Программно-методическое сопровождение изучаемых общепрофессиональных дисциплин (обучающие компьютерные и учебно-прикладные программы, учебно-методическая литература, построенная на принципе сегментации и содержащая инструкции по выполнению самостоятельной работы, алгоритмы изучения дисциплин, методические рекомендации по контролю и самоконтролю полученных курсантами знаний и умений).

7. Курсант как активный участник самостоятельной работы.

Внутренними факторами, способствующими активизации самостоятельной работы курсантов, являются следующие: способность инициировать свою познавательную деятельность на основе внутренней положительной мотивации; в осознании своих потенциальных учебных возможностей и психологической готовности составить про-

грамму действий по саморазвитию; готовности мобилизовать интеллектуальные и волевые усилия для достижения учебных целей; способности занимать в обучении активную позицию; умение проектировать, планировать и прогнозировать учебную деятельность; поощрения и взыскания; профессиональная и творческая личность командира взвода как пример для курсантов.

Как следует из вышеизложенного, назрела насущная необходимость тщательно проанализировать уровень ВПМ у курсантов военных летных училищ. В зависимости от наличия или отсутствия у них опыта первоначальной летной подготовки, установить взаимосвязь мотивации с успешностью летного обучения и разработать предложения по совершенствованию профотбора и учету уровня ВПМ в процессе профотбора и обучения курсантов.

#### **Список литературы:**

1. Ворожейкин А.В. Истребители. – М. : Воениздат. 1961. – 300 с.
2. Ворожейкин А.В. Небо истребителя. – М. : Воениздат, 1991. – 400 с.
3. Полицук Е.К. Ахтунг! В небе Покрышкин. – М. : Эксмо, 2014. – 260 с.
4. Квятош Е.П. Формирование мотивации развития интеллектуальных способностей будущих военных летчиков. – М. : Фолиант, 2021. – 256 с.
5. Кадяшкин Д.А. О влиянии физической подготовки на развитие профессионально важных качеств летного состава / Д.А. Кадяшкин, А.А. Частихин. – М. : Юрайт, 2018. – 244 с.
6. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
7. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
8. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.

УДК 37.013.46

К ВОПРОСУ О ВАЖНОСТИ ТРУДОВОГО И ФИЗИЧЕСКОГО  
ВОСПИТАНИЯ КУРСАНТА ВОЕННОГО УЧИЛИЩА



TO THE QUESTION OF THE IMPORTANCE OF LABOR EDUCATION  
A CADET OF A MILITARY SCHOOL

**Гимбицкая Л.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Гимбицкий В.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена важнейшая и ответственной целью государства – вырастить трудолюбивую молодежь, уважающую свой и чужой труд, готовую не жалея сил трудиться на благо Родины. Выявлена и обоснована главная нерешенная задача исследования воспитать у человека потребность трудиться, чтобы труд стал его первейшей жизненной необходимостью. На основе проведенного анализа авторами исследована внеучебная трудовая деятельность курсантов – самообслуживание и общественно полезный труд.

**Ключевые слова:** трудовое воспитание, самообслуживание, воспитание творческого подхода к любому труду, стремление к усовершенствованию своего труда и внесению в него рационализации.

**Gimbitskaya L.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Gimbitsky V.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** This article discusses the most important and responsible goal of the state – to raise hardworking young people who respect their own and others' work, ready to spare no effort to work for the good of the Motherland. The main unsolved task of the study has been identified and justified to educate a person's need to work so that work becomes his primary vital necessity. Based on the analysis, the authors investigated the extracurricular work activities of cadets – self-service and socially useful work.

**Keywords:** labor education, self-service, education of a creative approach to any work, the desire to improve one's work and introduce rationalization into it.

**В** Российской Федерации труд является обязанностью и делом чести каждого способного к труду гражданина. Вырастить трудолюбивую молодежь, уважающую свой и чужой труд, готовую не жалея сил трудиться на благо Родины – важнейшая и ответственной целью государства.

Трудовое воспитание в нашей стране должно решать две основные задачи:

а) выработать у молодежи готовность, желание и стремление трудиться на благо Родины;

б) практически подготовить ее к труду.

Первая задача трудового воспитания относится к сфере нравственности. Это задача выработки правильного отношения к труду. Она включает в себя такие частные задачи, как:

а) воспитание убежденности в том, что трудовая деятельность на благо Родины является единственной формой морально оправданного существования человека в нашей стране;

б) воспитание потребности трудиться в видеть в труде первейшую жизненную необходимость;

в) воспитание уважения ко всякому труду и людям труда;

г) воспитание творческого подхода к любому труду.

В нашей стране не может и не должно быть молодых людей, которые строили бы свои планы на будущее, не связывая своего будущего с каким-либо видом соб-

ственного труда на благо Родины. Моральные нормы современной молодежи не позволяют ей представлять свое будущее как праздность, безделье, иждивенчество. В нашей стране такие настроения расцениваются как аморальные, недостойные человека.

Очень важно воспитать у человека потребность трудиться, чтобы труд стал его первейше жизненной необходимостью. Эта задача осуществима при условии, что человек занимается тем делом, которые его интересуют, которое соответствует его склонностям и интересам и дает ему моральное удовлетворение.

Решение этой задачи поэтому теснейшим образом связано с правильным выбором профессии. Этому способствует работа по всестороннему развитию людей, своевременному выявлению их склонностей и способностей еще в раннем возрасте.

Выбор тела по душе – важнейшее условие развития творческого отношения к работе, когда человек трудится, не считаясь со временем, стремится к усовершенствованию своего труда и внесению в него рационализации.

В нашей стране труд является в полной мере средством поддержания и материального и духовного существования человека.

В нашей стране поддержание материального существования понимается человеком не только как получение в результате своего семьи труда средств, обеспечивающих существование его и его семьи, но и как материальный вклад в укрепление благосостояния Родины, создание материальных и других ценностей на благо всех людей, как вклад в развитие страны.

В конечном итоге новый человек, которого воспитывает современная Россия, должен быть подготовлен и подведен к осознанию необходимости добровольной и бесплатной отдачи обществу своего труда.

Таким образом, формирование у молодежи убежденности в том, что труд является не только обязанностью, но и первейшей жизненной необходимостью и потребностью, – это очень важная задача воспитания. Такое отношение к труду ярко проявляется в творческом подходе к любой работе. При подготовке курсантов к летной работе, а также в процессе общественно полезного труда училище может и должно стараться внушить курсантам мысль о том, что нет плохой работы, а есть лишь плохие специалисты или работники. К любой работе нужен творческий подход. А.С. Макаренко говорил, что между трудом умственным и трудом физическим нет коренной, принципиальной разницы, ибо всякий труд должен быть, прежде всего, разумным и творческим, а никак не бездумным, механическим трудом ломовой лошади. Какую бы работу ни выполнял человек, он должен вложить в нее живую мысль, должен стремиться сделать свое дело возможно рациональнее, быстрее и лучше.

Не менее важной является и задача практической подготовки курсантов военного училища к будущей трудовой деятельности, так как не овладев определенными навыками он не сможет трудиться в воинской части.

Изучение преподаваемых наук в училище – важнейшее средство подготовки курсантов к трудовой жизни. При рассмотрении задач умственного воспитания сам процесс обучения, содействующий профессиональному развитию, и приобретаемые курсантом навыки учебного труда имеют огромное значение для подготовки курсанта к практической трудовой деятельности в будущем, а достигнутый уровень образования оказывает прямое воздействие на достигаемую эффективность и безопасность его дальнейшего труда.

Учение – это напряженный труд, серьезная и большая ответственность курсантов перед обществом. Воспитание уважения к учебному труду, осознание чувства долга и ответственности перед коллективом – серьезнейшие нравственные предпосылки выработки правильного отношения к труду в будущем.

Поэтому приучение курсанта к серьезному учебному труду, систематической работе над учебниками и литературой, обучение технике проведения лабораторных работ, наблюдений, ведения расчетов и измерений, приобретение навыков самостоятельной работы, а также умений подготовить свое рабочее место в аудитории во время занятий и на самоподготовке – все это, несомненно, является важнейшей составной частью общей задачи трудового воспитания в военном училище.

Важно показать курсантам практическую значимость изучаемых дисциплин и выработать у них навыки применения полученных знаний на практике.

В настоящее время значительно изменилась роль науки в жизни общества. Наука коренным образом меняет характер труда во многих отраслях производства и становится одним из решающих факторов строительства материальной базы предприятий и страны в целом.

За последнее время была проделана большая работа по перестройке преподавания наук высшей школы с целью сближения их с жизнью и была значительно усилена связь с практикой всех основных изучаемых в училище дисциплин. Так, в курсе механики курсанты узнают, как изучаемые ими законы и принципы находят применение в авиастроении.

Постигая научные законы развития обществ, курсанты приучаются применять их и к анализу текущих политических событий и явлений, пониманию общественных отношений между людьми при различном государственном строе и на различных этапах экономического развития общества.

Практическую направленность получило преподавание иностранных языков, которые изучаются в училище, прежде всего, с целью использования их на службе как средство общения и получения информации.

Дальнейшее усиление связи науки с практикой характеризует все новые программы по читаемым дисциплинам. Это показывает, что обучение в высших военных училищах стало более полно и успешно претворять в жизнь тезис из прошлого: «наука не осталась мертвой буквой или модной фразой, а чтобы она действительно входила в плоть и кровь, превращалась в составной элемент быта вполне настоящим образом».

Несмотря на большую роль, которую играет трудовое обучение в учебном процессе училища, пожалуй, не менее важное значение для решения задач трудового воспитания имеет и разнообразная трудовая деятельность курсантов во внеурочное время, организуемая по инициативе командиров, а также предусмотренная планом воспитательной работы факультета и училища. На первое место в этой внеучебной трудовой деятельности курсантов следует поставить самообслуживание и общественно полезный труд.

Самообслуживание в училище является обычным повседневным видом труда курсантов. Повседневный будничный труд играет очень большую роль в воспитании бережливого отношения к общественной собственности. Навыки, полученные при этом, способствуют появлению интереса и к бытовому труду дома, который ожидает их в жизни в авиационных полках.

Физическое воспитание является исторически одной из самых древних форм целенаправленного воспитательного воздействия на молодых людей.

В первобытном обществе оно имело целью подготовку охотников и воинов; этой цели там служили игры, имитирующие охоту и войну, обряды и ритуалы.

В рабовладельческом обществе занятия спортом получили значительное развитие среди рабовладельцев и свободных граждан. Целью их было разностороннее развитие физических и духовных сил рабовладельцев и подготовка к ведению войн и защите завоеванного.

В средневековье занятия физкультурой и различными видами спорта входили в систему рыцарского воспитания.

Особое развитие педагогические идеи физического воспитания получили в эпоху Возрождения и распространения идей гуманизма. Позже серьезное внимание стали ему уделять в частных и привилегированных школах.

В массовую школу в буржуазном обществе физическая культура пробивала себе дорогу очень медленно. Все возникавшие и получавшие развитие теории физического воспитания были преимущественно устремлены на подготовку и тренировку спортсменов, как с целью развития специальных качеств, так и для общего развития и укрепления организма. Однако, в целом эти нормы были мало связаны с общепедагогическими задачами массового физического воспитания и развития молодежи.

В нашей стране всегда уделялось большое внимание физическому воспитанию детей и молодежи. До революции считалось, что «физическое воспитание должно быть

поставлено на таком же высоком уровне, как и в гимнастических школах». К.Д. Ушинский уделял физическому воспитанию очень большое внимание, связывал его и с задачами умственного развития, и с подготовкой к трудовой жизни.

Основоположником прогрессивной и научно разработанной системы физического воспитания в нашей стране до революции был выдающийся педагог и врач П.Ф. Лесгафт. В основе его системы лежала выдвинутая им теория функций, согласно которой на развитие отдельных органов человеческого тела можно воздействовать системой направленных упражнений. В свою очередь, эти упражнения должны оказывать воздействие на умственное, эстетическое и нравственное развитие человека, в силу чего он называл свою систему физическим образованием.

Занятия физкультурой и спортом содействуют общему физическому укреплению организма, так как развивают мышечную, дыхательную и нервную системы, укрепляют все внутренние органы, усиливают обмен веществ и циркуляцию крови, вырабатывают красивую осанку, ловкость движений.

Физическое воспитание имеет большое значение для всех других сторон воспитания. Хорошее здоровье способствует успешности занятий любым видом деятельности, в том числе умственной. Основной причиной неуспеваемости примерно в 85% курсантов является нездоровье.

От общего состояния здоровья и физических сил во многом зависит память, внимательность, усидчивость. Поэтому укрепление здоровья и предупреждение болезней является главнейшим условием общего интеллектуального развития и повышения интенсивности умственного труда.

Физическое воспитание неразрывно связано с эстетическим. Красота здорового тела, грациозных и ловких движений всегда служила источником вдохновения художников и артистов. Без выносливости и ловкости, даваемых физическим воспитанием, у человека нет должной работоспособности, нет стремления к активной деятельности, медленнее вырабатываются специальные трудовые навыки.

Физическое воспитание облегчает человеку выполнение трудовых операций и процессов, так как приучает его к большей точности и направленности движений, соразмерности их силы с целью, помогает в нахождении более экономных и рациональных приемов.

Физическое воспитание вносит свой вклад и в нравственное воспитание: для совершения нравственных поступков, волевых действий, для проявления моральной стойкости и выносливости очень часто нужны и физические силы, физическая выносливость и закалка.

Главной задачей физического воспитания в нашей стране является привитие необходимых знаний и навыков по физической культуре, массовым видам спорта и на этой основе обеспечение всестороннего развития и укрепления здоровья.

В программе по физическому воспитанию в качестве конкретных задач названы: укрепление здоровья и содействие правильному физическому развитию и закаливанию курсантов, формирование правильной осанки, формирование двигательных навыков и умений, необходимых для овладения трудовыми навыками и защиты нашей Родины; воспитание основных двигательных качеств – силы, быстроты, выносливости и ловкости, необходимых для жизни и службы в ВС РФ; сообщение курсантам специальных знаний в области физической культуры и спорта, привитие гигиенических навыков; воспитание ряда моральных и волевых качеств; воспитание привычки к систематическим занятиям физической культурой и спортом; привитие курсантам организаторских навыков.

Решению задач физического воспитания курсанта военного училища способствует прежде всего то, что укрепление его здоровья является государственной задачей, которая решается рядом специальных мер по развитию системы здравоохранения и медицинского обслуживания в нашей стране.

Профессионально-ориентированный модуль общепрофессиональной подготовки инженера состоит из: квалификационных требований по общепрофессиональным дисциплинам; межпредметного задания; профессиональных проблем; учебно-профессиональных задач; межпредметных навыков (умений).

Квалификационные требования включают в себя: что и в каком объеме изучают курсанты по данной дисциплине, какие должны иметь представления, иметь навыки при изучении дисциплины, что курсант должен знать, уметь, с чем быть ознакомлен.

Профессиональные межпредметные задания включают: объяснение сущности предметов, необходимых при будущей профессиональной деятельности инженера, получение им необходимых навыков профессиональной деятельности.

Профессиональные проблемы включают проблемы создания и совершенствования вооружения и военной техники, идущие двумя путями: совершенствование видов оружия, основанного на известных ранее широко применяющихся принципах и созданием принципиально нового оружия, основанного на применении ранее неиспользованных принципах.

Учебно-профессиональная задача носит комплексный законченный вид, определяющая решение задач будущей профессиональной деятельности инженера с привлечением разных общепрофессиональных дисциплин.

Приведем пример такой задачи. Установка мины для подрыва 4-х пролетного моста водным способом. Необходимо рассчитать время достижения мины пролета моста, известна скорость течения реки, температура воды и воздуха, расстояние до моста. Это типовая задача для физики, но если добавить, что необходимо использовать химический взрыватель, то задача становится учебно-профессиональной. Нужны знания по химии, чтобы рассчитать время химической реакции и состав вещества. Усложним задачу: необходимо рассчитать зону поражения от взрыва мины, необходимое количество взрывного вещества, определить слабое звено в мосту, куда надо установить мину, то для решения привлекаются новые дисциплины и их знания (теоретическая механика, сопротивление материалов, конструкционные материалы и т.д.).

Межпредметные умения при изучении общепрофессиональных дисциплин включают в себя:

- демонстрация моделей и макетов средств вооружения (макет мин, взрывателей, моделей миноискателей, дальномеров, подрывных машинок и др.);
- просмотр видеофильмов применения средств инженерного вооружения и военной техники, их эксплуатацию, ремонт и техническое обслуживание;
- показ приборов контроля и диагностики военной техники;
- показ эффективности боевого применения боеприпасов и вооружение;
- приглашаются боевые офицеры для обмена опытом профессиональной деятельности.

Например: часть варианта межпредметного профессионального задания «Установка мины». Предметное содержание задания:

1. Типы мин. Для изучения привлекаются знания следующих дисциплин:

а) физика: вибро-акустические принципы взрыва; теория взрыва; электрические принципы подрыва;

б) химия: состав взрывчатого вещества и процессы, происходящие с взрывчатым веществом при взрыве, химические взрыватели;

в) конструкционные материалы: материал корпуса мины;

г) математика: расчет взрывчатого вещества.

2. Системы установки мин. Для изучения привлекаются следующие дисциплины:

а) детали машин: механизмы для установки;

б) конструкционные материалы: материал механизмов для установки мин;

в) физика: электрический способ взрывания, расчет электрических цепей; радиоэлектронный способ взрывания, расчет колебательного контура взрывателя, расчет его защиты и активирования; виброакустический способ взрывания, расчет акустических полей защиты и активирования мины;

г) математика: расчет зон поражения при взрыве мин, расчет потребности в минах при установке.

При составлении профессиональных заданий, комплексных учебно-профессиональных задач мы использовали три уровня заданий.

Первый уровень – репродуктивный – освоение «знаний-умений» на моделях (схемах, макетах), решение «задач-ситуаций», типовых задач по памяти алгоритма решения.

Второй уровень – продуктивный – эвристический (поисковый) – освоение «знаний-умений» в условиях, приближенных к реальным, переход к самостоятельным умениям, решение нетиповых реальных задач, усложненных недостаточностью или избыточностью условий.

Третий уровень – творческий – окончательное формирование умений, решение проблемных задач, приобретение самостоятельных навыков в работе. Курсант сам выбирает профессиональные задания, учебно-профессиональные задачи, тем самым определяет свой уровень профессиональной подготовки.

**Список литературы:**

1. Фесенко Е. Нестандартный, или «плохой хороший» ребенок. – СПб. : Изд-во «КультИнформПресс», 2011. – 422 с.
2. Дрозд К.В. Актуальные вопросы педагогики и образования. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – М. : Юрайт, 2019. – 266 с.
3. Есекешова М. Педагогика высшей школы : учеб. пособие / М. Есекешова, Ж. Сагалиева. – М. : Фолиант, 2018. – 256 с.
4. Крашенинников Е. Любовь к педагогике. – М. : Наука. 2017. – 167 с.
5. Каптерев П.Ф. История русской педагогики : учеб. пособие для вузов : в 2-х ч. – Ч. 2. Общественная педагогика. – М. : Юрайт, 2019. – 272 с.
6. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
7. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
8. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.



УДК 37.013.77

СВЯЗЬ УМСТВЕННОГО ВОСПИТАНИЯ  
С ОБРАЗОВАНИЕМ И РАЗВИТИЕМ ЛИЧНОСТИ



THE CONNECTION OF MENTAL EDUCATION WITH EDUCATION  
AND PERSONAL DEVELOPMENT

**Гимбицкая Л.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Гимбицкий В.А.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено умственное воспитание, как одна из важнейших составных частей воспитания. Выявлена и обоснована главная нерешенная задача исследования – выработка правильных оценочных суждений, воспитание вкуса, понимание искусств. На основе проведенного анализа авторами исследованы задачи умственного воспитания.

**Ключевые слова:** умственное воспитание, оценочные суждения, регулирующее воздействие и на физическое развитие, способность к интеллектуальному усилию и длительной интеллектуальной деятельности.

**Gimbitskaya L.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Gimbitsky V.A.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** This article discusses mental education as one of the most important components of education. The main unsolved task of the research is identified and justified – the development of correct value judgments, the education of taste, the understanding of the arts. Based on the analysis, the authors investigated the tasks of mental education.

**Keywords:** mental education, value judgments, regulatory impact on physical development, the ability to intellectual effort and long-term intellectual activity.

Умственное воспитание является одной из важнейших составных частей воспитания. Под умственным воспитанием понимается целенаправленная деятельность по развитию умственных сил и мышления обучающихся, по формированию у них научного мировоззрения [1].

Умственное развитие отличается от умственного воспитания тем, что происходит не только под влиянием целенаправленного воздействия педагогов и командиров, но и под воздействием всей окружающей действительности.

Под умственным развитием можно понимать процесс формирования умственных сил и мировоззрения обучающихся, происходящий в результате всей суммы возможных жизненных влияний и воздействий, в том числе и специальных воздействий воспитателей (командиров и преподавателей) [2].

Умственное воспитание тесно связано с нравственным воспитанием, так как нравственность вырабатывается на основе мировоззрения и идейной убежденности человека.

Оно предопределяет успех эстетического воспитания, так как способствует выработке правильных оценочных суждений, воспитанию вкуса, пониманию искусств [2].

Без умственного воспитания не может быть политехнического обучения, так как в основе последнего лежит развитие мышления, способного к широким обобщениям, необходимым для освоения основных принципов всех производств, в том числе и принципов работы военной техники.

Умственное воспитание оказывает положительное регулирующее воздействие и на физическое развитие. Знание основ физиологии и гигиены, понимание принципов жизнедеятельности организма помогает человеку более сознательно и разумно относиться к своему здоровью [1].

Наблюдаемое более раннее общее умственное развитие детей, которое происходит в наше время благодаря развитию СМИ и гаджетов, как результат научно-технического прогресса, приводит в свою очередь и к более раннему физическому созреванию.

Важнейшим средством устранения различий между умственным и физическим трудом является общий подъем образовательного и культурного уровня работников физического труда, наполнение последнего интеллектуальным содержанием [3].

В задачи умственного воспитания входит [4]:

- а) формирование научного мировоззрения;
- б) развитие умственных сил (способностей к интеллектуальному усилию и длительной интеллектуальной деятельности);
- г) выработка способности к самостоятельной познавательной деятельности.

Основы научного мировоззрения, формируемые в процессе умственного воспитания обучающегося, включают в себя понимание отношения человека к природе и происходящим в ней изменениям, а также осознание законов общественного развития и исторической роли народных масс в преобразовании природы и общества.

Под умственными силами понимают такую степень развитости ума, которая делает человека способным [4]:

- а) к абстрактному мышлению;
- б) к совершению основных мыслительных действий и операций (таких как анализ, синтез, сравнение, обобщение, классификация);
- в) к выделению приемов, общих для разных видов работ и учебных предметов;
- г) к использованию их для решения новых задач к предвидению возможных исходов при принятии того или иного решения или предвидению наступления определенных закономерных событий или явлений.

Абстрактное мышление предполагает умение человека отвлекаться от несущественных, второстепенных признаков и выделять общие и существенные и на этой основе формировать абстрактные понятия [5].

Систематическое обучение облегчает и ускоряет его развитие. Время проявления этой способности во многом зависит от содержания обучения и методов преподавания. Развитие абстрактного мышления является необходимым условием усвоения основ наук как в средней, так и в высшей школе, а также в научной деятельности [4].

Развитие способности к самостоятельной познавательной деятельности является очень важной задачей умственного воспитания.

Способность к самостоятельной познавательной деятельности нужна для расширения общего культурного кругозора, самообразования, всестороннего развития. Самостоятельная познавательная деятельность предполагает достаточную степень развития ума, овладения умениями и навыками самостоятельной работы, а также наличие определенных мотивов. Умения и навыки самостоятельной работы связаны и с культурой умственного труда, так как для эффективности этой работы нужна рациональная и продуманная ее организация. Умения и навыки самостоятельной работы предполагают прежде всего выработку ряда общих качеств, нужных для овладения знаниями в любой области. К ним относятся [5]:

- а) умение сосредоточенно и внимательно работать;
- б) настойчивость в преодолении трудностей;
- в) развитая память;
- г) использование различных форм памяти – логической, моторной, зрительной;
- д) умение работать с книгой, вести наблюдения и делать записи;
- е) владение некоторыми рациональными способами умственных действий;
- ж) умение контролировать себя.

Умственное развитие происходит в результате взаимодействия человека с обществом. Целенаправленность оно приобретает в условия специального воспитания. В учебно-воспитательном процессе в военном училище умственное воспитание, конечно, специально не выделяется. Оно осуществляется в процессе обучения и разнообразной внеучебной работы [3].

Обучение как целенаправленный процесс вооружения обучающихся системой знаний, умений и навыков играет ведущую роль в умственном воспитании. Знания, приобретаемые в процессе внеучебной работы, а также из жизни, носят несистематизированный характер, хотя в условиях внеучебной работы, проводимой военным училищем, могут являться и результатом целенаправленной деятельности командиров [2].

Обучение является ведущим в умственном воспитании, так как ни одно ценное качество ума нужной для интеллектуальной и активной познавательной деятельности, не может развиваться без запаса систематизированных знаний.

Наиболее эффективной с точки зрения развития умственных способностей самостоятельная работа бывает тогда, когда перед обучающимся ставится проблема, создается так называемая проблемная ситуация. Она возникает тогда, когда обнаруживается несоответствие между имеющимися знаниями и навыками и требованиями нахождения решения какой-либо задачи [5].

Проблемная ситуация может лишь тогда стимулировать мысль обучающегося, когда он под руководством преподавателя обучен приемам работы в условиях самостоятельного поиска ее решения.

Его мыслительная работа должна начинаться с анализа проблемной ситуации, выявления известных ему данных, которые могут рассматриваться как опорные, исходные. Далее предполагается самостоятельное наблюдение или применение других методов поиска недостающих данных, анализа и классификацию их, определение их значения для решения проблемы.

Проблемная ситуация может быть создана не только вокруг сложных и серьезных задач и вопросов. Проблемным может быть подход к решению любой познавательной задачи. Постановка задачи ощущается обучающимися как проблемная ситуация тогда, когда преподавателю удается связать ее с практикой, показать ее жизненное значение или ее роль и значение для овладения определенными нужными для жизни знаниями [1, 2].

Проблемный подход способствует выработке особого качества ума – умения выделить то, что еще неизвестно, и что нужно узнать [3]. Он создает особую целеустремленность в работе, обеспечивает познавательную направленность деятельности обучающегося.

Воспитанию пытливости ума, способности к предвидению и догадке в значительной мере содействует исследовательский подход в обучении. Он предполагает такую организацию учебного процесса, при которой обучающиеся знакомятся с основными методами исследования, применяемыми в изучаемых ими науках, осваивают доступные им элементы исследовательской методики и овладевают умением самостоятельно добывать новые знания [5].

Этот подход тесно смыкается с проблемным методом обучения. Его основным отличием служит более значительная длительность работы и большая глубина в решении поставленной проблемы, а также использование методов науки, в том числе эксперимента.

Развитию способности к догадке и предположениям может способствовать также и специальная постановка заданий с частично невысказанной информацией.

Очень полезной для развития логического мышления и формирования убеждений является работа по приучению обучающихся к аргументации, доказательствам и обоснованиям своей точки зрения [2].

Молодым людям свойственна известная критичность ума, выражающаяся часто в высказывании своих оригинальных и самостоятельных суждений. Очень часто за ними не стоят никакие убеждения, а кроется лишь желание соригинальничать, похвастать самостоятельностью [4]. Критичность ума нужно развивать в правильном направлении, ее можно хорошо использовать при организации диспутов, обсуждений, дискуссий. В настоящее время эти формы находят все более широкое применение на различных занятиях курсантов. Участие в дискуссиях приучает курсантов не к голословным заявлениям и высказываниям, а к суждениям, подкрепляемым доводами, аргументами, вырабатывает у них способность к доказательному изложению своих мыслей. Обязательное требование доказательств и аргументов в подобных дискуссиях дисциплинирует ум

курсантов, оттачивает их мысль, развивает логику. Связные устные выступления такого рода содействуют и развитию речи.

Вышеизложенное показывает, что задачи умственного воспитания в процессе обучения являются чрезвычайно сложными. Они требуют как специального подхода к отбору учебного материала, так и применения специальных методов и приемов работы по активизации мышления курсантов в процессе усвоения знаний.

Методика развития образного мышления необходимым качеством в развитии курсантов как будущих летчиков является образное мышление. Образное мышление - это процесс познавательной деятельности, направленный на отражение существенных свойств объектов (их частей, процессов, явлений) и сущности их структурной взаимосвязи [3]. На основании всей поступающей информации, используя образное мышление, летчик способен выстраивать мысленный образ пространственных положений самолета, потому как умение представлять положение летательного аппарата в каждой точке траектории полета является одним из важных профессиональных качеств пилота, от которого зависят надежность и безопасность его летной деятельности.

Военному летчику необходимо также развивать и пространственное мышление. Пространственное мышление является одним из важных компонентов структуры профессионально важных качеств летчика и в значительной степени определяет эффективность и надежность летной деятельности.

Тренировать пространственное мышление можно используя технику мысленного эксперимента (совершение умственных действий с мысленными моделями реальных объектов), которая предполагает осуществление операций с образами объектов, проигрывание ситуаций в воображении до того, как с ними будут совершены действия в реальном мире. Это умение лежит в основе опережающего отражения действительности и обеспечивает прогнозирование событий (антиципацию).

Определяющей характеристикой мысленного экспериментирования является его трехмерность, поэтому очень важно научиться оперированию трехмерными объектами.

1. Предлагается выполнить несколько заданий возрастающей сложности. В каждом задании представлена объемная фигура в исходном положении, которую необходимо вращать в уме в задаваемой инструкцией последовательности. Необходимо определить, в каком положении будет находиться фигура по окончании вращения и записать ответ на бумаге.

**В процессе выполнения заданий используются следующие направления вращения:**

- вокруг горизонтальной оси (ГО) – на себя и от себя;
- вокруг вертикальной оси (ВО) – влево и вправо;
- вокруг фронтальной оси (ФО) (т.е., вокруг оси, совпадающей с направлением вашего взгляда на фигуру) по часовой стрелке и против нее.

Для правильного решения заданий особое внимание перед началом тренировок необходимо уделить разбору направлений вращения [4].

Методика разработана П.А. Коваленко и прошла успешную апробацию на летном составе, адаптирована О.С. Вечтомовой, М.Г. Лукиновой.

2. Предлагается набор картинок с изображением авиагоризонтов, показывающих различное пространственное положение самолета (крены различной величины и направлений). Причем авиагоризонты развернуты вокруг своей оси на различные углы.

Задача – мысленно «поставить» авиагоризонт в правильное положение и определить «на глаз» величину и направление крена самолета. Фиксируется время и правильность выполнения задания [4].

Определение крена самолета: если левое крыло силуэта самолета перемещается в левую сторону и уходит под неподвижный горизонт – левый крен; если правое крыло силуэта самолета перемещается в правую сторону и уходит под неподвижный горизонт – правый крен.

На начальном этапе задания решаются в свободном режиме, однако в процессе тренировок необходимо стремиться к тому, чтобы время, затраченное на решение задания, сводилось до 0,5–1,0 с.

Память – это отражение опыта человека путем запоминания, сохранения, воспроизведения информации.

Одна из главных задач памяти – усвоить информацию, которая может оказаться полезной в будущем, причем сделать это таким образом, чтобы ее можно было без труда воспроизвести, когда в этом будет необходимость [5].

В основе работы памяти лежат ассоциации. Ассоциации – это связи между отдельными представлениями, при которых одно из этих представлений может вызвать другое. Образование ассоциаций лежит в основе «мнемоники» или «мнемотехники» («мнемо» – в переводе с греческого «помню») – специально разработанной системы для удержания в памяти любой информации, вне зависимости от ее природы.

**Для развития памяти предлагается использовать следующие методики:**

1. «Запоминание по методу Цицерона». Представьте, что обходите свою комнату, где вам все хорошо знакомо. Информацию, которую вам необходимо запомнить, расставьте мысленно по ходу вашей прогулки по комнате. Вспомнить информацию вы сможете опять, представив себе свою комнату, – все будет находиться на тех местах, где вы их расположили при предыдущем «обходе». То же самое можно выполнять, используя тело, одежду, улицу и т.д.

2. Для запоминания цифр и чисел можно использовать следующие приемы:

а) выявление арифметической (сложение, вычитание, умножение, деление и т.д.) или других зависимостей между группами цифр в числе, например:

$$537926: 79 = 53 + 26;$$

либо:

$$498334: 83 - 49 = 34;$$

11 9 7 3 1 – убывающая последовательность нечетных чисел;

1881, 1814-41 (годы жизни) – зеркальный эффект;

б) соотнесение запоминаемых сведений с данными, которые уже имеются в памяти, например, чтобы запомнить имя и отчество нового преподавателя «Михаил Юрьевич», достаточно вспомнить великого русского поэта М.Ю. Лермонтова; использование исторических дат и бытовых ассоциаций (день, год рождения, № квартиры, год окончания школы и т.д.), название кинофильмов, например – телефон 191-42-86, можно зафиксировать в памяти, если обратить внимание, что 1914 – год начала первой мировой войны, 2 – к/ф «Служили 2 бойца», а 86, допустим, - год рождения вашей сестры;

в) замена цифр образами по «методу зацепок»:

Например, 0 – круг, 1 – карандаш, 2 – очки, 3 – люстра, 4 – стул, 5 – звезда, 6 – жук, 7 – неделя, 8 – паук и т.д. [1, 11].

3. Запоминание плохо организованной или плохо связанной информации (чтобы избежать ее механического заучивания) посредством использования семантических вставок, когда ввод в память не связанных друг с другом сведений и их последующий поиск облегчается с помощью построения между ними словесных мостов. Например все помнят со школы последовательность расположения цветов в спектре солнечного света с помощью фразы «Каждый (красный) охотник (оранжевый) желает (желтый) знать (зеленый), где (голубой) сидит (синий) фазан (фиолетовый)». Таким способом можно придумывать свои остроумные фразы и стихотворения [2].

4. Метод ритмизации – перевод информации в стихи, песенки, в строки, связанные определенным ритмом или рифмой. Например заучивание числа 3,1415926536, выражающего величину, с помощью двустишия «кто и шутя и скоро возжелает пи узнать, число уже узнает», где количество букв очередного слова соответствует очередной цифре запоминаемого числа [3].

5. Запоминание терминов и выражений с помощью созвучных слов, например, английское слово «goal» – «цель» само запоминается после его сравнения с русским словом «гол», выражение «Thank you very much» – «Большое спасибо» созвучно с русским шуточным «Сенька, бери мяч».

Воображение – психический познавательный процесс, в результате которого создаются новые образы, идеи, программируются ситуации и их возможное развитие на основе имеющихся представлений, знаний, накопленного опыта [1]. Продукты воображения могут далеко выходить за пределы реальности. Именно эта черта и обеспечивает его большую запоминающую силу.

**Для того, чтобы запоминание было эффективным, необходимо соблюдать определенные правила:**

1. Создаваемые образы должны быть красочными, конкретными и детализированными. По возможности вводить в представления звуковые эффекты, осязательные ощущения и т.д. Смутные и серые образы подвергаются искажению и могут легко затеряться при хранении в долговременной памяти.

2. В конструируемой мысленной картинке обязательно должен присутствовать элемент движения или активного действия, поэтому следует взрывать, ломать, бросать, сталкивать – всячески цеплять друг за друга ваши образы. Такие действия только повысят их выживаемость в памяти.

3. При разработке мысленных образов нужно учитывать, что надолго запоминаются необычные, волнующие и из ряда вон выходящие события. Следует преувеличивать, искажать обычный облик (пропорции) предметов, менять местами их функции и находить им необычное применение.

4. Необходимо делать самого себя по возможности активным участником в умственных зарисовках. Благодаря этому образы приобретут дополнительную личностную и эмоциональную окраску.

Перечисленные правила запоминания информации с использованием воображения рекомендуется применять в единой технологии, примером которой является «техника мысленного кино».

Допустим, Вам нужно запомнить: что такое идентификация: «Гидравлическая система самолета предназначена для осуществления уборки – выпуска шасси, закрылков, тормозных щитков, воздушной турбины – привода аварийного источника электропитания, торможения колес.

Гидросистема условно подразделяется на следующие контуры: источников питания, шасси, закрылков, тормозных колес...»

Теперь представьте себя режиссером, снимающим об этом учебный фильм.

Текст инструкции мы примем за сценарий данного фильма.

**Вчитываемся в текст и включаем воображение:**

...вот взлетает самолет. Крупным планом показываем уборку шасси, закрылков, все то, работу чего обеспечивает гидравлическая система.

Мысленно проводим различными цветами невидимые под подшивкой самолета контуры: источников питания, элементов шасси, закрылков, тормозных колес и т.д.

Затем по тексту инструкции демонстрируем управление работой отдельных контуров гидросистемы с помощью рычагов и переключателей.

**Представим, как огненными цифрами вспыхивают важнейшие параметры, громко гудит сирена при загорании во весь экран красного табло:**

«Выпусти шасси». Представим себе осязательные ощущения при манипулировании с переключателями.

Наконец, текст инструкции прочитан, и «съемки мысленного фильма» закончились. Далее следует еще раз прокрутить получившийся ролик в своем воображении. В случае пробелов в мысленной картине необходимо снова обратиться к соответствующему месту инструкции.

Следует отметить, что запоминание информации посредством метода «техники мысленного кино» будет более продуктивным, так как просто «зубрить» учебник (текст) не только малоэффективно, но и очень скучно, к тому же здесь задействовано воображение. А использование воображения – это всегда творчество, которое способствует увеличению действенности запоминания и превращает его в увлекательное занятие [1, 3, 5]. Кроме того, лучше запоминается та информация, на которую образованы собственные ассоциации.

Предложенные мнемотехнические приемы курсанты-летчики могут применять как при теоретическом, практическом летном обучении, так и в обыденной жизни.

**Список литературы:**

1. Дрозд К.В. Актуальные вопросы педагогики и образования. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – М. : Юрайт, 2019. – 266 с.
2. Есекешова М. Педагогика высшей школы : учеб. пособие / М. Есекешова, Ж. Сагалиева. – М. : Фолиант, 2018. – 256 с.
3. Крашенинников Е. Любовь к педагогике. – М. : Наука. 2017. – 167 с.
4. Фесенко Е. Нестандартный, или «плохой хороший» ребенок. – СПб. : Изд-во «КультИнформПресс», 2011. – 422 с.
5. Каптерев П.Ф. История русской педагогики : учеб. пособие для вузов : в 2-х ч. – Ч. 2. Общественная педагогика. – М. : Юрайт, 2019. – 272 с.
6. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145–154.
7. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.

**БОЕВОЙ ПОРЯДОК «КУБАНСКАЯ ЭТАЖЕРКА». ЕГО МЕСТО И РОЛЬ  
В АВИАЦИОННЫХ СРАЖЕНИЯХ БИТВЫ ЗА КАВКАЗ**



**THE ORDER OF BATTLE «KUBAN BOOKCASE». HIS PLACE AND ROLE  
IN THE AVIATION BATTLES OF THE BATTLE FOR THE CAUCASUS**

**Баштовая А.В.**

студентка,  
Северо-Кавказский федеральный университет  
annabashtovaya3@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматривается появление боевого порядка «кубанская этажерка» в период битвы за Кавказ, приводится воспоминания непосредственных участников событий, анализируется хронология завоевания господства в воздухе авиацией СССР.

**Ключевые слова:** боевой порядок, кубанская этажерка, самолет-истребитель, воздушный бой, тактика воздушного боя, битва за Кубань, битва за Кавказ, коренной перелом, господство в воздухе.

**Bashtovaya A.V.**

Student,  
North Caucasus Federal University  
annabashtovaya3@gmail.com

**Abstract.** The article discusses the emergence of the «Kuban Stacker» combat order during the battle for the Caucasus, provides recollections of direct participants of events, and analyzes the chronology of Soviet air supremacy.

**Keywords:** combat formation, fighter aircraft, air combat, air combat tactics, Kuban leveler, Battle for the Caucasus, fundamental change, air supremacy.

К весне 1943 года наступление советских войск на Кубани уперлось в глубоко эшелонированные оборонительные позиции немецкой «Голубой линии». Укрепленные рубежи гитлеровцев были практически неприступны для сухопутных войск, но вполне уязвимы с воздуха. Чтобы преодолеть вражеский плацдарм, советское командование сформировало на Кубани мощную авиационную группировку – до 900 самолетов. Немецкие войска в воздухе тоже были не беззащитны. На этом участке фронта на аэродромах Тамани и Крыма они располагали более 700 самолетами, а на аэродромах юга Украины базировалось еще около 200 немецких бомбардировщиков. Авианалеты «Юнкерсов» превращали в руины прифронтовые транспортные узлы, забрасывали бомбами недавно освобожденный Краснодар, мешали подтягивать к линии боевого соприкосновения технику и артиллерию. Для продолжения наступления на Кубани Советскому командованию необходимо было добиться господства в воздушном пространстве региона.

Именно на Кубани появились условия, позволяющие побороться с люфтваффе на равных. Впервые с начала войны на этом участке фронта советская авиация имела ударный кулак, сопоставимый с вражеским не только количественно, но и качественно. В войска массово поступили современные модели истребителей и штурмовиков, не уступающих немецким в скорости, маневренности и огневой мощи. Кроме того, за их штурвалами сидели как пилоты с уже богатым боевым опытом – Александр Покрышкин, Григорий Речкалов, Александр Клубов, Георгий Голубев, так и совсем молодые пилоты, перенимающие боевой опыт старших товарищей. Летчики уже были знакомы именно с современной техникой и ее возможностями. Сложившееся совокупность благоприятных факторов способствовала появлению новой тактики воздушного боя, противопоставившей высочайшему индивидуальному мастерству асов люфтваффе слаженное взаимодействие больших звеньев советских истребителей. Эта тактика вошла в историю как «этажерка». Или «кубанская этажерка».

«Кубанская этажерка» – боевой порядок самолётов-истребителей, применявшийся советской истребительной авиацией во время Великой Отечественной войны, представленный на рисунке 1.

Подтверждено, что именно в ходе битвы над Кубанью в арсенале советских истребителей появились «кубанская этажерка» [1]. Во многих источниках авторство данного приёма приписывается лётчику-истребителю Александру Покрышкину, трижды Герою Советского союза, совершившему 550 боевых вылетов и одержавшему 53 офици-



альные победы. Она представляла собой такой строй истребителей, при котором вслед за первой парой с превышением в сотни метров и немного позади шла вторая, над и позади нее – третья, а могли быть и четвертая, и пятая. Такой строй обеспечивал возможность быстро нарастить силы в случае встречи с врагом и иметь возможность нанести удар сверху, с наиболее выгодной позиции. Наименование «кубанская» связано с широким применением данного приёма весной-летом 1943 года во время воздушных сражений на Кубани, которые сопровождали наземное наступление советских войск на так называемую «Голубую линию» немецкой обороны [2].

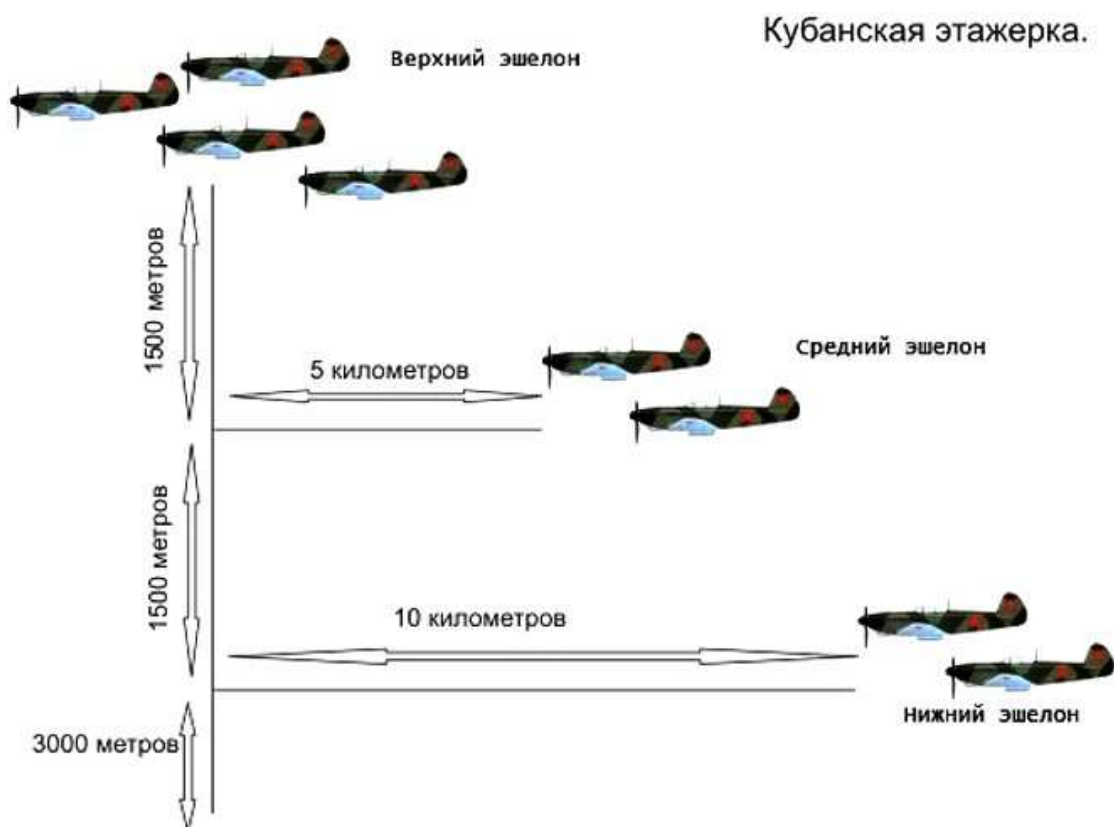


Рисунок 1 – Боевой порядок «Кубанская этажерка»

После окончания войны Александр Покрышкин говорил: «Кто в 1941–1942 годах не воевал, тот войны по-настоящему не видел». Советские войска отступали. Летчикам-истребителям пришлось сражаться с немцами в тяжелейших условиях. Уже тогда он придумывал новые тактические приемы. Он не признавал шаблонов в бою, постоянно экспериментировал. В одной из опубликованных работ самого Александра Ивановича, связанной с Битвой за Кавказ, он напрямую не называет себя автором данного боевого порядка, пишет: «В этом первом вылете я применил все то, что выносил в мыслях и в душе за многие дни и ночи раздумий. Строй нашей группы не был похож ни на один из тех, которым пользовались мы до сих пор. Это была «этажерка» пар, сдвинутая в сторону от солнца, с превышением одной пары над другой на сотни метров [3]. Покрышкин понимал, насколько устарели старые инструкции и вся тактика советских ВВС. Поэтому и придумывал приемы с разомкнутым боевым порядком, с эшелонированием по высоте. Атаковал сверху, на высокой скорости, «соколиным ударом», с крутым переменным профилем пикирования, чтобы затруднить прицеливание стрелкам. В общем, воевал «не по правилам». Будучи командиром эскадрильи, не всегда спешил выполнять непродуманные приказы.

В своих воспоминаниях он пишет: Один из впервые тогда применённых нами боевых порядков Дзусов метко назвал «этажеркой». Это было ступенчатое, эшелонированное в высоту и достаточно широкое по фронту построение значительной группы самолётов. Каждая ступенька «этажерки» выполняла свою, строго определённую роль.

В целом же она являла собой грозное для противника боевое построение советских истребителей. Если вражеским самолётам и удавалось уйти из-под удара одной ступеньки «этажерки», они немедленно попадали под убийственный огонь другой, затем третьей.

Сейчас трудно припомнить, когда именно, после какого боя, но однажды комдив Корягин высказал мысль о целесообразности эшелонирования групп истребителей по высотам. При этом одна группа, ударная, предполагалось, будет работать по бомбардировщикам противника, другая – связывать боем их истребителей, а третья, на самом верху, предназначалась бы для прикрытия своих, для использования её в какой-то критический момент.

Так оно потом и вошло в практику нашей боевой работы – своего рода профессиональная специализация.

Из приведённых цитат можно скорее сделать вывод о рождении и применении данного приёма как результата некоего «коллективного творчества» нескольких лётчиков. В настоящее время вряд ли представляется возможным достоверно установить, кто именно, кроме непосредственно Покрышкина, участвовал в разработке данного приёма. В деле же совершенствования и популяризации новых боевых приёмов, в том числе и «кубанской этажерки» заслуга Покрышкина несомненна.

Покрышкин описывал данную тактику следующим образом: боевой порядок «этажерка» держали в этом полёте первый экзамен. Боевой порядок группы, с рассредоточением пар по фронту и высоте, был схож со ступеньками крыльца, уходящего от ведущей пары в сторону и вверх. Такое построение группы обеспечивало большое пространство для поиска цели. В то же время затрудняло обнаружение противником группы. Размыкание пар по фронту и высоте не сковывало лётчиков, предотвращало от столкновения в воздухе самолётов, в то же время позволяло уделять больше внимания круговому поиску.

Теперь не надо было каждому лётчику постоянно следить за задней полусферой. Взаимный поиск пар позволял на большом удалении обнаруживать противника и предотвращать атаки с задней полусферы.

Манёвренность пар и всей группы была так же высока, как и одиночного самолёта.

А это очень важно для стремительности выполнения атак нашими истребителями и срыва вражеских.

Важно было и то, что «этажерка» пар должна была быть сдвинута в сторону от солнца.

«Изюминкой» приёма является то, что данный порядок истребителей был применен как до начала боя, так как обеспечивал эффективный поиск воздушного противника и безопасное маневрирование за счет разомкнутого боевого порядка, так и в начале воздушного боя с истребителями противника. Одним из стандартных методов выхода из-под удара для немецких истребителей являлся резкий набор высоты «горкой» в случае опасности (немецкие самолёты имели значительное превосходство в вертикальной манёвренности перед советскими) и, за счет этого, – отрыв от преследователей. Но так как первую атаку производила нижняя пара советских истребителей в «этажерке», то при отрыве энергичной «горкой» вверх немецкие истребители теряли скорость и при атаке следующей пары «этажерки» оказывались в невыгодном положении. Советские истребители из последующих атакующих пар, напротив, заблаговременно занимали более высокий эшелон и поэтому имели запас скорости и выгодные условия для результативной атаки. Существовал ряд особенностей применения и совершенствования приёма. Для лётчиков, имеющих небольшой боевой опыт, нельзя было устанавливать очень разомкнутые построения в боевом порядке, допустимые для опытных воздушных бойцов, которым, подчас, чувство «локтя товарища» снижало инициативу, маневренность и внезапность удара.

Имело существенное значение наличие на самолётах хорошей радиосвязи наведения, что позволяло строить более разомкнутые боевые порядки, эшелонируя пары самолётов в группе по высоте, так как при наличии хорошей радиосвязи, заменяющей зрительную связь, обеспечивается управление без эволюции самолётов.

Летно-тактические данные самолётов-истребителей оказывали влияние на построение боевого порядка. Скоростные самолёты, обладавшие высокой вертикальной маневренностью, позволяли строить боевой порядок с большим превышением эшелонов одного над другим. Боевой порядок истребителей зависел от летно-тактических данных авиации, с которой взаимодействовали истребители, также от её боевых порядков.

Несмотря на то, что «кубанская этажерка» придумана скорее коллективно, именно Александр Покрышкин считается наиболее успешным ее реализатором и заслуживает отдельного упоминания в данной статье. Когда он был в небе, пилоты вермахта в панике кричали: «Ахтунг, Покрышкин!» Александр Иванович оставил множество мемуаров, солидное место в которых занимает именно битва над Кубанью. Вот что пишет про одно из сражений в битве за небо над Кубанью Александр в мемуарах «Над «Голубой линией».

*«Девятки бомбардировщиков летели одна за другой, словно на параде. Вероятно, гитлеровцы даже не следили за воздухом, уверенные в том, что на дальних подступах к цели их никто не побеспокоит.*

*«Подождите же!» Я дал команду атаковать и перевел машину в пики. Я сблизился с «юнкерсами» под таким углом, который позволял при пролете над ними обстрелять сразу несколько самолетов. По моим расчетам, выпущенная мной длинная очередь из пушки должна напоминать своего рода огненный меч, на острие которого будут напарываться вражеские самолеты. Эта неоднократно проверенная в боях атака показалась мне сейчас наиболее подходящей.*

*Нажимаю на гашетку и вижу, как «юнкерс», лишенный возможности быстро изменить направление полета, буквально налезает на пулеметную очередь. Перевалившись через крыло, он срывается вниз. Вот и второй уже чертит дымом свой последний путь. Этого сбил из пушки. Всего несколько снарядов попало в его фюзеляж, но и такой порции оказалось достаточно.*

*В прицеле промелькнул следующий. Его счастье. За ним идут еще и еще. Ярость, жажда уничтожить их всех переполняет меня, овладевает всеми моими чувствами. Я непрерывно атакую и стреляю. Уже горит третий... Оглянувшись назад, убеждаюсь, что он падает, и продолжаю полет над цепочкой врагов, выстроившихся для того, чтобы через несколько минут методично, аккуратно, ровными порциями сыпать смертоносные бомбы на кубанскую землю.*

*Но вот строй «юнкерсов» ломается. Видя, как вспыхивают и падают машины ведущей девятки, гитлеровцы высыпают бомбы, не доходя до цели, на... свои войска! Потом бомбардировщики разворачиваются и ныряют вниз, чтобы, маскируясь местностью, побыстрее уйти. Струсили! А ведь их почти полсотни против четверки!*

*Развернувшись, я увидел, как Речкалов расстреливает «юнкерсы», проскочившие подо мной. На земле их уже пять.*

*Перспектива для тех, что еще не подошли, малоинтересная, и они поворачивают вспять. Бросаемся им вдогонку и в то же время посматриваем за воздухом. Могут прилететь «мессершмитты». Они появляются с востока.*

*Их в несколько раз больше, чем нас. Разделившись на две группы, они устремляются ко мне слева и справа. Но Речкалов со своим ведомым уже успел выскочить на высоту. Стремительной атакой он срывает замысел противника. При таком умении взаимодействовать, каким обладает Речкалов, нам нечего бояться численного превосходства гитлеровцев. Мы смело идем в лобовые атаки, делаем крутые горки, оттягиваясь на свою территорию. Там, над передним краем, наверняка есть наши ЛАГи, они нам помогут...».*

Интересным представляется Мнение немецкой стороны. Немецкий генерал люфтваффе Вальтер Швабедиссен в своем историческом исследовании для ВВС США, изданном в 1960 году, писал со ссылкой на майора Бруно Мейера:

*«В 1943 г. на кубанском плацдарме русские истребители впервые применили специальный тактический прием, названный «кубанская этажерка» в оригинале –*

«кубанский эскалатор», суть которого состояла в том, что русские истребители были распределены по разным высотам и барражирования над полем боя. Никаких выдающихся успехов этот метод не принес, так как был весьма неудобен с тактической точки зрения, требовал концентрации сил в одном месте, в то время как в другом истребительное прикрытие отсутствовало» [4].

Следует отметить, что в действительности тезис о «концентрации сил в одном месте» неточен, так как для составления «этажерки» минимально требуется всего две пары истребителей. Вместе с тем Покрышкин считал вылет в составе большой группы (не менее 8 самолётов, но и не более 12) не недостатком, а фактором, обеспечивающим как успех выполнения задачи прикрытия своих войск от действий крупных сил вражеских бомбардировщиков, так и нанесение максимального урона противнику.

Однако имеются свидетельства о применении элементов этажерки самими немцами, но, как ни странно, не истребителями, а бомбардировщиками. В своих воспоминаниях об этом пишет ас Иван Кожедуб [5]. Постоянный ведомый Покрышкина, Григорий Голубев также писал: «через некоторое время подходили вражеские бомбардировщики. Мы заметили, что их боевой порядок построен по типу нашей кубанской «этажерки», разработанной и применённой Покрышкиным. Выходит, противник стал перенимать нашу тактику. Уже в ходе боев мы перестраивались на новые методы борьбы, применяли контрприёмы».

Пока наземные войска готовились к штурму собственно «Голубой линии», намеченному на конец мая, авиаторы проводили пополнение и переформирование, а также готовились к авиационной подготовке, которая должна была предшествовать началу наступления (рис. 2). Она стартовала утром 26 мая, когда под прикрытием дымовой завесы почти две сотни бомбардировщиков и штурмовиков нанесли удар по обороне немцев. Попытки немецких истребителей помешать этому были малоэффективны: советские летчики уже научились связывать их боем, а бомбардировщики и штурмовики – самостоятельно отбиваться от тех немногих атакующих самолетов, которые все-таки прорывались к ним. Поэтому, когда немцы начали наносить массированные бомбардировочные удары по нашим наступающим войскам, советским ВВС удалось быстро выделить необходимое число самолетов для борьбы с ними. Кроме того, поскольку немецкое командование уже начало переброску к Курской дуге своих лучших истребительных соединений, наши летчики смогли нанести несколько массированных ударов по аэродромам врага, существенно сократив число его бомбардировщиков.

Наземная часть весеннего наступления завершилась к началу июля, так и не достигнув поставленных целей. Несмотря на то, что советские войска сумели прорвать два первых оборонительных рубежа «Голубой линии», разорвать ее полностью и выйти на оперативный простор им не удалось. Они смогли сделать это лишь в октябре 1943 года, когда началась Новороссийско-Таманская операция, ставшая последним этапом битвы за Кавказ. А вот успехи советских ВВС были гораздо более впечатляющими. Им не только удалось завоевать и удержать господство в воздухе над Кубанью, но и существенно сократить численность немецких самолетов, а главное, летчиков. К лету 1943 года в боевых порядках Люфтваффе стало гораздо меньше опытных пилотов, чем было в начале Великой Отечественной войны, а советские ВВС, напротив, стали пополняться опытными пилотами, которые к тому же получали в свое распоряжение новую технику, способную на равных противостоять немецкой.

По сравнению с первыми месяцами войны, когда советские самолеты во многом уступали вражеским, в том числе по маневренности и вооружению, воздушное сражение над Кубанью стало временем паритета в технике. Новые отечественные истребители Як-1Б и Як-7, а также Ла-5, могли сражаться с немецкими «Мессершмиттами» и «Фокке-Вульфами» на равных, а при условии, что за их штурвалами сидели опытные пилоты – то и с явным преимуществом.

Но главный перелом произошел в авиационной тактике, в которой оборонительный настрой сменился наступательным. К концу воздушной битвы на Кубани советские летчики смогли перенять у немцев тактику «свободной охоты»: если в начале войны

нам банально не хватало самолетов и подготовленных пилотов, то теперь и того, и другого было в достатке. Появилась даже возможность выделять наиболее боеспособную и надежную технику, в первую очередь американские истребители «Аэрокобра» Р-39, в распоряжение самых опытных летчиков, которые могли полностью использовать их возможности для победы над врагом. Кроме того, переняли советские летчики и тактику групповых бомбардировочных налетов, и размещение авиакорректировщиков на передовой, которые позволяли не распылять силы, а направлять их именно в те места, где они были нужнее всего [6].

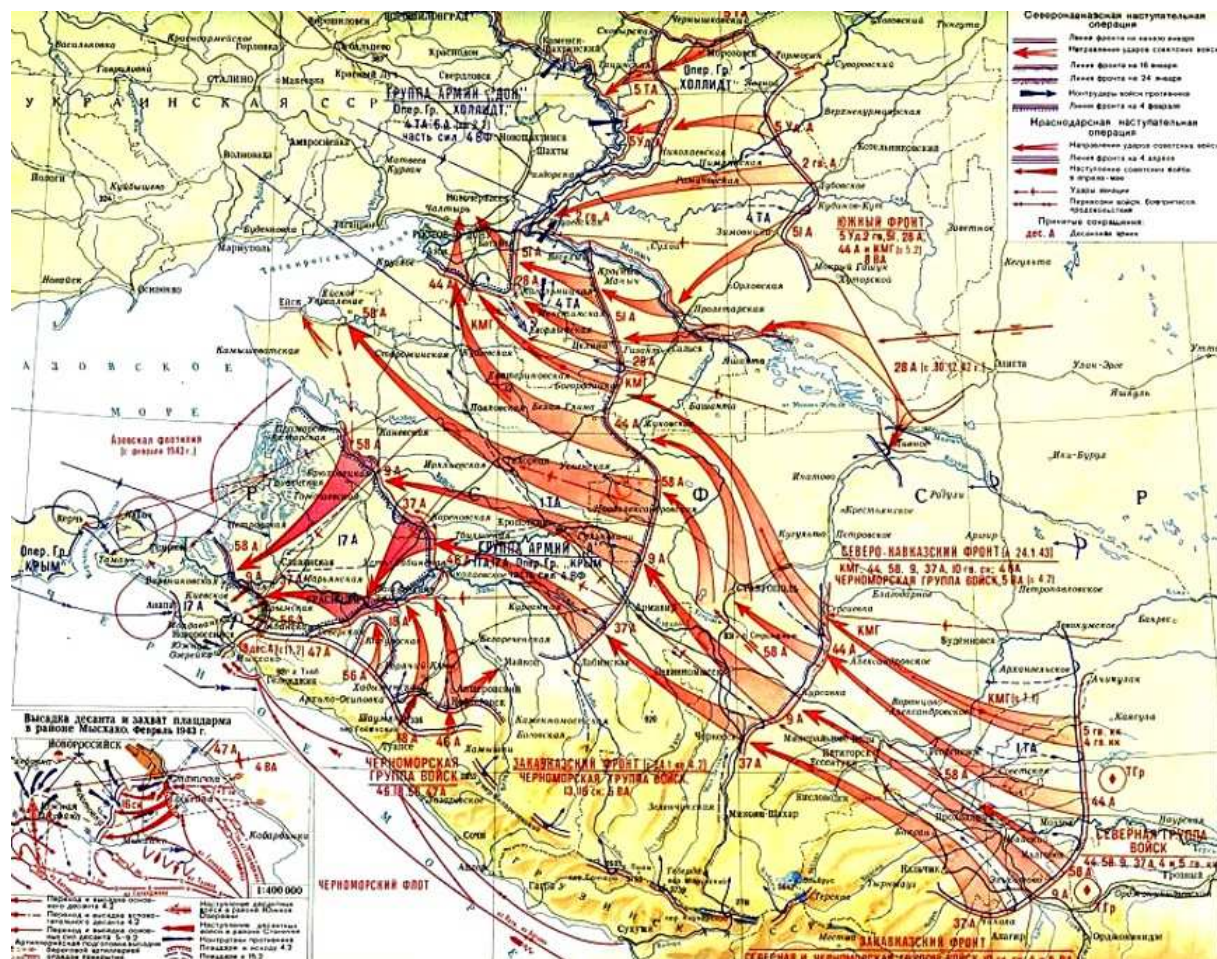


Рисунок 2 – Северо-Кавказская наступательная операция, 1942–1943 гг.

В небе Кубани советская авиация впервые одержала верх над немецкой. Это сказалось не только на результатах наступления Красной Армии на Тамань и в завершении освобождения Краснодарского края. Это было историческое достижение, по моральной значимости сопоставимое с крупнейшими наземными операциями. Если после Сталинграда советская пехота уже не сомневалась – «немца можно бить, немца мы побьем», то в авиацию такое воодушевляющее осознание собственных возможностей пришло именно в результате успехов, достигнутых в небе Кубани.

Наступательные операции на Кавказе в 1943 г. (рис. 3) проходили в условиях свершившегося коренного перелома в Великой Отечественной войне, свой вклад в который внесли и защитники Кавказа. Успехи Красной Армии объяснялись резко возросшими возможностями советской оборонной промышленности, мастерством и опытом советских командиров и бойцов. Поэтому боевые операции Северо-Кавказского и Закавказского фронтов в 1943 г., как правило, демонстрировали хорошую подготовку войск, правильный выбор направления главного удара и четкое руководство войсками в ходе наступательных действий.

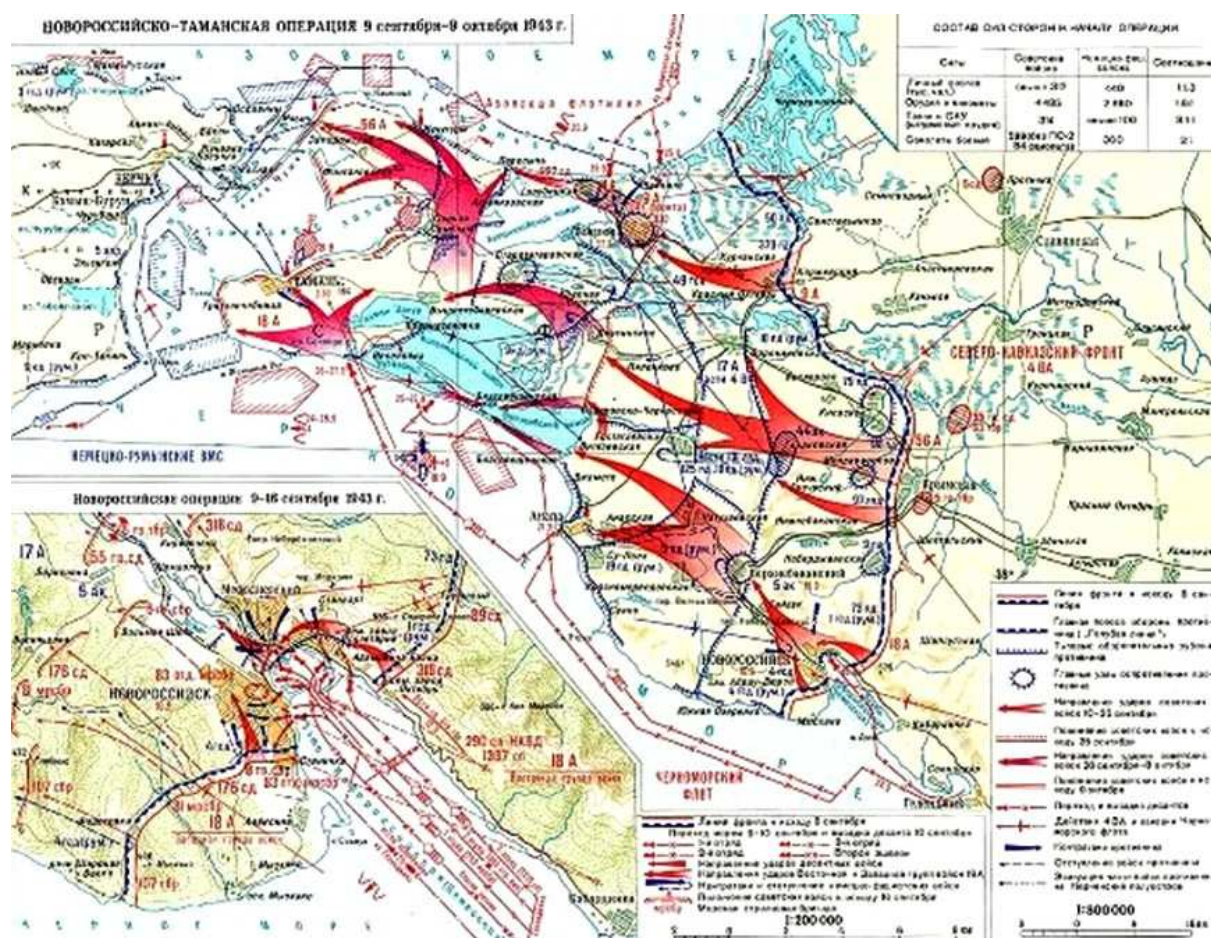


Рисунок 3 – Новороссийско-Таманская операция, 09 сентября – 09 октября 1943 г.

В ходе наступления советских войск на Северном Кавказе в 1943 г. врагу был нанесен серьезный урон. Данные исследователей подтверждают уничтожение около 275 тыс. солдат и офицеров, пленение свыше 6 тыс. Уничтожено и подбито 890 танков, около 2 тыс. самолетов, 2127 орудий, более 7 тыс. автомашин и т.д. За это же время наши войска захватили 458 танков, 1392 орудия, 1533 миномета, свыше 15 тыс. автомашин и другого вооружения и техники [7].

Результаты ожесточенных воздушных боев, гремевших над Кубанью с 17 апреля по 07 июля, до сих пор изучаются и уточняются. Традиционно считается, что советская авиация сбивала около 1100 самолетов противника, потеряв всего 750 своих, немецкие источники говорят о 1000 сбитых в воздухе наших самолетов, но и те, и другие цифры превышают общее число самолетов, которыми противники располагали на этом участке фронта. Однако смело можно говорить о том, что в результате первого крупнейшего воздушного сражения в ходе Великой Отечественной войны нашим ВВС удалось полностью завоевать господство в воздухе на южном направлении советско-германского фронта. А чуть позже за счет уроков и опыта, накопленного на Кубани, такого же перевеса наша авиация добилась на всех остальных участках, что и стало одним из важных факторов Победы

Подвиги защитников Кавказа высоко оценены советским народом и правительством. 25 января 1943 г. была учреждена медаль «За оборону Кавказа», которой награждены многие участники битвы за Кавказ и работники тыла (всего 583045 человек). Народы Северного Кавказа и Закавказья всегда хранят память об их великой работе и дорогой жертве.

**Список литературы:**

1. Битва за Кубань: первая победа в воздухе. – URL : <https://kuban24.tv/item/bitva-za-kuban-pervaya-pobeda-v-vozdruhe-197506>
2. Медведев В.И. Борьба за господство в воздухе на южном фланге советско-германского фронта (1942–1943). – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/borba-za-gospodstvo-v-vozdruhe-na-yuzhnom-flange-sovetsko-germanskogo-fronta-1942-1943>
3. URL : <https://tvzvezda.ru/news/201705160849-4ceo.htm>
4. URL : <https://ok.ru/group2yamirova/topic/78799767871488>
5. URL : <https://pobedarf.ru/2020/06/08/ivan-kozhedub-luchshij-iz-luchshih/>
6. Великий воздушный перелом. Битва над Кубанью. – URL : <https://histrf.ru/read/articles/vielikii-vozdushnyi-pierielom-bitva-nad-kubaniu>
7. Битва за Кавказ (июль 1942 – октябрь 1943 гг.) в истории Великой Отечественной войны. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/bitva-za-kavkaz-iyul-1942-oktyabr-1943-gg-v-istorii-velikoy-otechestvennoy-voyny>

УДК 37.01

**ОПЫТ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА В  
ОРГАНИЗАЦИИ ВОЕННО-ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ**



**THE EXPERIENCE OF THE PEDAGOGICAL STAFF  
OF THE MILITARY TRAINING CENTER IN ORGANIZING  
MILITARY-PATRIOTIC EDUCATION OF STUDENTS**

**Бархозов М.Г.**

студент,  
военный учебный центр  
«Северо-Кавказский федеральный университет»  
marat3932@mail.ru

**Баштовой В.Ю.**

кандидат социологических наук,  
доцент,  
военный учебный центр  
«Северо-Кавказский федеральный университет»  
kpkumo@gmail.com

**Аннотация.** В статье проведен анализ основных направлений работы по военно-патриотическому воспитанию молодежи. Рассмотрен процесс формирования моральных и военно-патриотических качеств у студентов, проходящих военную подготовку в военном учебном центре. Проанализирован опыт организации значимых мероприятий, способствующих формированию гражданских и патриотических качеств, раскрываются эффективные средства воспитания и обучения студентов в военном учебном центре.

**Ключевые слова:** военно-патриотическое воспитание, военно-политическая работа, Вооружённые силы, студент военного учебного центра, военный учебный центр, педагогический состав, роль, военная подготовка граждан.

**Barkhozov M.G.**

Student,  
Military Training Center  
«North Caucasian Federal University»  
marat3932@mail.ru

**Bashtovoy V.Yu.**

PhD in of Sociological Sciences,  
Associate Professor,  
Military Training Center  
«North Caucasian Federal University»  
kpkumo@gmail.com

**Abstract.** The article analyzes the main directions of work on the military-patriotic education of young people. The process of formation of moral and military-patriotic qualities in students undergoing military training in a military training center is considered. The experience of organizing significant events, contributing to the formation of civil and patriotic qualities is analyzed, effective means of education and training of students in a military training center are revealed.

**Keywords:** military-patriotic education, political-military work, Armed Forces, a student at the military training center, military training center, teaching staff, role, military training.

**В**ооружённые силы Российской Федерации – государственная военная организация Российской Федерации, предназначенная для отражения агрессии, направленной против неё, для вооружённой защиты территориальной целостности и неприкосновенности её территории, а также для выполнения задач в соответствии с международными договорами. В настоящее время Вооружённые силы Российской Федерации обладают вторым по величине ядерным арсеналом в мире, а также развитой системой средств доставки ядерного оружия. Российская армия является одной из сильнейших армий мира. Мобилизационный ресурс России оценивается в 31 млн. человек. Одним из эффективных способов пополнения мобилизационного резерва высокопрофессионально подготовленными гражданами является система военных учебных центров. Данная система достаточно гибкая и эффективная, позволяет готовить граждан по большинству направлений подготовки по актуальным для мобилизационного резерва военно-учетным специальностям.

Система подготовки и формирования мобилизационного резерва в военном учебном центре обеспечивает постоянный поток обученного контингента резервистов. Это, несомненно, повышает боеспособность Вооружённых сил Российской Федерации и снижает экономические затраты государства. Важной составляющей подготовки специалистов в военном учебном центре является военно-политическая подготовка и военно-патриотическое воспитание контингента обучающихся [1].



Современная общественная мысль в России рассматривает новые формы экономического и социального устройства страны и новой идеологии с целью поиска идеологом. Опыт истории свидетельствует, что идеология не существует без представлений о прошлом и будущем, о целях общественной жизни. Чувство патриотизма базируется на идеологии – на понятной цели общественной жизни, на гордости за прошлое, уверенности в настоящем и надежды на будущее своей Родины. Советский патриотизм, воспитанный на идеях братства народов, преемственности поколений и целей общественного развития СССР, явился важнейшим фактором победы СССР в Великой Отечественной войне [2]. Для выработки современной идеологии и модели патриотического воспитания граждан необходимо объективно представить опыт истории и сделать из него научные выводы для решения назревших общественных проблем, в соответствии с конкретными условиями бытия начала XXI века. Развивающийся мировой экономический кризис неизбежно обостряет международную обстановку. Военная угроза России носит гибридный характер. Адекватный ответ на нее должен быть комплексным, предусматривать различные способы применения вероятным противником военной силы, а также методы противодействия ослаблению и разрушению российского государства изнутри, учитывая богатый опыт XX века. В современном геополитическом противостоянии нельзя ограничиваться пассивной обороной, нужны комплексные и упреждающие действия на основе эффективной и надежной разведки, боеспособной армии, системы патриотических ценностей общества [3].

Федеральным законом от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» внесены соответствующие изменения в Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Понятие «воспитание» определяется как деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде. Уточнена суть образовательной программы как комплекса основных характеристик образования и организационно-педагогических условий. Введены общие требования к организации воспитания обучающихся, к освоению ими основных образовательных программ в организациях, осуществляющих образовательную деятельность. Воспитательный процесс осуществляется на основе включаемых в образовательную программу рабочей программы воспитания и календарного плана воспитательной работы.

Указом Президента Российской Федерации «Об утверждении основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей № 809 от 09.11.2022 г. определено понятие традиционных ценностей как нравственных ориентиров, формирующих мировоззрение граждан России, передаваемых от поколения к поколению, лежащих в основе общероссийской гражданской идентичности и единого культурного пространства страны, укрепляющих гражданское единство, нашедших свое уникальное, самобытное проявление в духовном, историческом и культурном развитии многонационального народа России.

К традиционным ценностям отнесены жизнь, достоинство, права и свободы человека, патриотизм, гражданственность, служение Отечеству и ответственность за его судьбу, высокие нравственные идеалы, крепкая семья, созидательный труд, приоритет духовного над материальным, гуманизм, милосердие, справедливость, коллективизм, взаимопомощь и взаимоуважение, историческая память и преемственность поколений, единство народов России.

Возрастает роль педагогического коллектива военного учебного центра как института воспроизводства и трансляции традиционных ценностей, а также команды профессионалов, организующих на высоком методическом уровне патриотическое воспитание молодежи.

Необходимо помнить, что недооценка патриотизма как важнейшей составляющей общественного сознания приводит к ослаблению социально-экономических, духовных и культурных основ развития общества и государства, чем и определяется приоритетность патриотического воспитания в системе воспитания граждан России [4].

Патриотическое воспитание, являясь составной частью общего воспитательного процесса, представляет собой систематическую и целенаправленную деятельность органов государственной власти и общественных организаций по формированию у граждан высокого патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству, готовности к выполнению гражданского долга и конституционных обязанностей по защите интересов Родины.

Патриотическое воспитание включает социальные, целевые, функциональные, организационные и другие аспекты, обладает высоким уровнем комплексности, то есть охватывает своим воздействием все поколения, пронизывает все стороны жизни: социально-экономическую, политическую, духовную, правовую, педагогическую, опирается на образование, культуру, историю, государство, этносы. Оно является неотъемлемой частью всей жизнедеятельности российского общества, его социальных и государственных институтов [5].

Патриотическое воспитание предполагает формирование у граждан общественно-значимых ориентаций, гармоничного сочетания личных и общественных интересов, преодоление чуждых обществу процессов и явлений, разрушающих его устои и потенциал созидания. Технология патриотического воспитания должна быть направлена на создание условий для национального возрождения России как великой державы.

Основной задачей руководства и педагогического состава военного учебного центра является работа по военно-патриотическому воспитанию молодежи, которая является частью патриотического воспитания направлена на формирование готовности к военной службе как особому виду государственной службы. Военно-патриотическое воспитание характеризуется специфической направленностью, глубоким пониманием каждым гражданином своей роли и места в служении Отечеству, высокой личной ответственностью за выполнение требований военной службы, убежденностью в необходимости формирования необходимых качеств и навыков для выполнения воинского долга в составе мобилизационного резерва Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов. Патриотическое воспитание студентов военных учебных центров организуется и проводится в рамках единой системы.

Цель патриотического воспитания в военном учебном центре при СКФУ заключается в развитии у обучаемых высокой социальной активности, гражданской ответственности, духовности, становлении граждан, обладающих позитивными ценностями и качествами, способных проявить их в созидательном процессе в интересах Отечества, укрепления государства, обеспечения его жизненно важных интересов и устойчивого развития, в рамках военной, государственной службы и иных социально-полезных видов деятельности. На современном этапе достижение указанной цели осуществляется через решение следующих задач:

- утверждение в сознании и чувствах граждан социально значимых патриотических ценностей, взглядов и убеждений, уважения к культурному и историческому прошлому России, к традициям, повышение престижа государственной, особенно военной, службы;
- создание и обеспечение реализации возможностей для более активного вовлечения граждан в решение социально-экономических, культурных, правовых, экологических и других проблем;
- воспитание граждан в духе уважения к Конституции Российской Федерации, законности, нормам общественной и коллективной жизни, создание условий для обеспечения реализации конституционных прав человека и его обязанностей, гражданского, профессионального и воинского долга;
- привитие гражданам чувства гордости, глубокого уважения и почитания символов Российской Федерации – Герба, Флага, Гимна, другой российской символики и исторических святынь Отечества;

– привлечение традиционных для России религиозных конфессий, для формирования у граждан потребности служения Родине, ее защиты как высшего духовного долга.

Военный учебный центр при СКФУ создан в соответствии с Распоряжением Правительства от 13.03.2019 г. № 427-р. Опыт организации военно-патриотической ориентации молодежи включает в себя систему воспитательной работы под руководством начальника военного учебного центра с привлечением работников военного учебного центра при взаимодействии с подразделениями университета.

В период с 2019 года по настоящее время реализован ряд значимых мероприятий военно-патриотической направленности, таких, как:

– межрегиональный съезд по вопросам военно-патриотического и военно-политического воспитания молодежи «Т-34», включающий в себя конференцию по тематике военно-политического воспитания и соревнования военно-прикладного характера. Мероприятие стало возможным благодаря совету обучающихся СКФУ – победителям грантового конкурса молодежного форума «Машук», поддержке ректора СКФУ, коллективу военного учебного центра, организовавшему этапы соревнований, а также благодаря использованию уникальной учебно-материальной базы военного учебного центра. В межрегиональном съезде приняли участие около 20 команд из различных регионов Северо-Кавказского федерального округа. Результатом проведения мероприятия стало привлечение более двухсот активных представителей студенческой молодежи, возможность обмена опытом в области военно-полит и военно-патриотического воспитания молодежи, трансляция опыта патриотического воспитания лидерами молодежной политики региона. В мероприятии приняли участие: военный комиссар города Ставрополь, председатель регионального отделения ДОСААФ России Ставропольского края, проректор по молодежной политике СКФУ.

– региональный этап Всероссийской студенческой военно-патриотической игры «Зарница», проведенный на базе военного учебного центра при СКФУ. Игра организована совместно с Правительством Ставропольского края в лице управления по молодежной политике аппарата Правительства Ставропольского края Министерство образования Ставропольского края, Главным управлением Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по Ставропольскому краю, 49-ой общевойсковой армией, региональным отделением ДОСААФ России Ставропольского края, Ставропольским краевым отделением Всероссийской общественной организации ветеранов «БОЕВОЕ БРАТСТВО». В региональном этапе приняли участие более 10 команд из 9 высших учебных заведений региона;

– участие в международном военно-техническом форуме «АРМИЯ-21», «АРМИЯ-22». Военным учебным центром при СКФУ была развернута обширная экспозиция, где представлены современные образцы вооружения и военной техники: АК-12, комплект обмундирования «Ратник», интерактивный тир, игровой комплект «Лазертаг», а также рационализаторские разработки военно-научного общества;

– открытие стенда «Стена Героев» в военном учебном центре, вместившего портреты более 100 ветеранов Великой Отечественной войны при участии Героев Российской Федерации – майора полиции Костоева Абубакара Хасановича, гвардии полковника Королькова Аркадия Михайловича. Межрегиональный патриотический проект «Стена Героев», приуроченный к 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, реализуется при поддержке фонда президентских грантов. Главная цель проекта – сохранение исторической памяти и формирование у молодежи патриотических взглядов и ценностей;

– участие в военном параде на Красной площади в г. Москве в ознаменование 77-ой годовщины Победы в Великой Отечественной войне. Двадцать шесть студентов, обучающихся в военном учебном центре, вошли в состав парадного расчета. Студенты были награждены ведомственными медалями Министерства обороны Российской Федерации;

– участие в акции «Бессмертный полк» в городе Ставрополе. В ходе проведения акции студенты военного учебного центра проходят по центральным улицам города

строевым шагом, исполняя строевые песни, оканчивая шествие возле монумента «Вечная Слава», где возлагают венки у памятника «Вечный огонь»;

– создание военно-патриотического клуба при военном учебном центре «Вперёд, пехота!». Членами клуба являются более пятидесяти студентов университета. Военно-патриотический клуб «Вперёд, пехота!» является постоянным участником и организатором мероприятий патриотической направленности, соревнований военно-прикладного характера. В 2021 году военно-патриотический клуб «Вперёд, пехота!» завоевал две награды второй степени в номинациях «Пространство спорта» за проект «Спорт, ЗОЖ – детям и молодежи», «Живая история» во Всероссийском конкурсе «Лучшие практики организации работы студенческих патриотических клубов ООВО»;

– организация музейно-выставочного комплекса в военном учебном центре, представляющего собой ряд тематических экспозиций, посвящённых подвигу Советского народа в ВОВ, участию Вооружённых сил Российской Федерации в локальных конфликтах, также в музейно-выставочном комплексе можно увидеть коллекцию боевых наград, личных вещей и документов времен Великой Отечественной войны;

– IV спортивно-патриотическая игра «Мужество. Долг. Отечество» среди воспитанников интернатных учреждений Ставропольского края. Игра проводится ежегодно на базе военного учебного центра. Команды соревнуются в творческом конкурсе, конкурсах военно-спортивной и военно-прикладной направленности. Каждая команда дополняется студентами военного учебного центра, которые вместе с командой проходят испытания;

– организация приведения к воинской присяге студентов военного учебного центра. Проводится на базе одной из воинских частей Ставропольского края с привлечением представителей администрации города и края, казачества, руководства университета, студенческого актива, родителей;

– проведение уроков мужества, посвящённых современным подвигам российских военнослужащих, выполняющих свой конституционный долг. К проведению мероприятий привлекаются участники боевых действий, награжденные государственными наградами, представители военно-политических органов воинских частей гарнизона;

– проведение «Дня открытых дверей» в военном учебном центре, в ходе которого проводятся обзорные экскурсии, демонстрация современных образцов вооружения и военной техники, предоставляется возможность самостоятельно осуществить сборку/разборку стрелкового оружия, выполнить стрельбы из пневматического оружия либо на электронных тренажёрах;

– участие в спартакиаде сборных команд военных учебных центров на кубок главнокомандующего Сухопутными войсками и главнокомандующего Воздушно-космическими силами.

Важными элементами военно-патриотической работы и военно-политического воспитания в военном учебном центре является чётко организованное планомерное сотрудничество с Всероссийским детско-юношеским военно-патриотическим общественным движением «ЮНАРМИЯ». Реализуется ряд важных совместных мероприятий по популяризации военной службы, подвигам Героев-военнослужащих российской армии, личности гражданина и патриота.

Совместно с региональным отделением ДОСААФ России Ставропольского края заключён договор о взаимодействии и сотрудничестве на постоянной основе, совместно организуются и проводятся военно-патриотические молодежные акции, вахты памяти, военно-спортивные игры, смотры и конкурсы, встречи с ветеранами Великой Отечественной войны, боевых действий и Вооружённых сил Российской Федерации. Значимый результат дает организация взаимодействия и шефская помощь воинских частей гарнизона. Организовано совместное использование учебно-материальной базы, а также экскурсии, дни открытых дверей, выставки вооружения и военной техники, показательные занятия по боевой подготовке.

На фоне проведения специальной военной операции организовано взаимодействие с органами военно-политической работы Южного военного округа, ежедневно проводится информирование личного состава о реальном положении на линии боевого соприкосновения. Специалистами по военно-политической работе Южного военного

округа ежедневно направляются материалы, бюллетени, периодическая печать, посвящённая положению дел в войсках. Проводится планомерная работа по борьбе с дезинформацией в новостном поле.

Опыт проведения мероприятий военно-патриотической работы в военном учебном центре указывает на необходимость организации работы в правовом поле в атмосфере публичности и прозрачности повестки. Важным является личный пример каждого педагога при проведении мероприятий военно-патриотической направленности. Военно-патриотическая работа в военном учебном центре организуется как комплекс согласованных по целям и задачам мероприятий, проводимых во взаимодействии с органами государственной власти, представителями воинских частей, общественных организаций. При осуществлении военно-патриотической работы широко используются средства военно-политической пропаганды и агитации, культурно-досуговой и просветительской работы. Работа организуется в целях оказания содействия органам местного самоуправления другим организациям в вопросах развития у молодого поколения гражданственности, патриотизма, профессионально значимых качеств, а также в установленном порядке её военно-профессиональной ориентации.

#### **Список литературы:**

1. URL : <https://iz.ru/706732/bogdan-stepovoi-aleksei-ramm-evgenii-andreev/v-rezerv-po-kontraktu>.
2. URL : [https://encyclopedia.mil.ru/files/morf/VoV\\_Vol12\\_Dukhovno\\_nravstvennie\\_osnovi.pdf](https://encyclopedia.mil.ru/files/morf/VoV_Vol12_Dukhovno_nravstvennie_osnovi.pdf)
3. URL : <https://mgimo.ru/upload/iblock/3d5/3d5cfa570e4fe96f6b6b47bc62c37ba1.pdf>
4. Актуальные проблемы воспитания в образовательной среде. – URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36066488>
5. URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/patrioticheskoe-vospitanie-kak-sostavlyayuschaya-obrazovatel'nogo-protsesssa-sotrudnika-gosudarstvennoy-protivopozharnoy-sluzhby/viewer>

УДК 37

УСКОРЕННОЕ ОВЛАДЕНИЕ МЕТОДОМ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ  
НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА ЗНАНИЙ



ACCELERATED MASTERY OF THE METHOD OF STRATEGIC  
THINKING BASED ON THE SYNTHESIS OF KNOWLEDGE

**Энсис Е.И.**

кандидат психологических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Колесников В.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Терехов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В научной статье авторами предлагается новая педагогическая технология по формированию стратегического мышления. Использование новой педагогической технологии на основе синтеза знаний дает возможность для высшей школы овладеть программой ускоренной интеграции знаний разных научных дисциплин и достичь совершенствования личности обучаемого с развитым интуитивным интеллектом.

**Ключевые слова:** образование, сознание, восприятие, память, информационно-интуитивный поток.

**Ensis E.I.**

PhD in Psychological Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kolesnikov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Terekhov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The paper proposes a new pedagogical technology for the formation of strategic thinking. The use of a new pedagogical technology based on the synthesis of knowledge makes it possible for higher education to master the program of acceleration integration of knowledge of various scientific disciplines and to achieve the improvement of the personality of a student with developed intuitive intelligence.

**Keywords:** education, consciousness, perception, memory, information and intuitive flow.

На основе методики синтеза знаний предлагается новая педагогическая технология по формированию стратегического мышления [1, с. 385; 2, с. 322]. Она строится по следующему алгоритму:

- овладение фундаментальными знаниями по учебной программе;
- использование универсальных знаний;
- сбор учебного материала и его систематизация;
- целеполагание;
- разработка идей и создание её ментальной конструкции;
- вербализация идеи;
- оптимальный выбор решения.

Итогом применения новой педагогической технологии в процессе образования стали: трехступенчатый алгоритм, модуль квантовых потерь и методы их трансформации.

Использование новой педагогической технологии на основе синтеза знаний дает возможность для высшей школы овладеть программой ускоренной интеграции знаний разных научных дисциплин и достичь совершенствование личности обучаемого с развитым интуитивным интеллектом.

Педагогика творческого саморазвития по новой методике основывается на синтезе «мозгового штурма» и дискуссии при обучении учащихся с разным типом мышления от когнитивного до фрактального.

Результаты педагогического эксперимента при конструировании учебного процесса позволили внедрить новую технологию индивидуально-образовательных программ на базе модуля трехступенчатого алгоритма.

Согласно старому образцу обучения, по которому процесс заучивания формировал понятийность и включал в себя следующие требования [3, с. 59]:

- 1) заучивание на память;
- 2) повторение материала;
- 3) обретение понятийности;
- 4) формирование понимания.

Новая форма для ускоренного образования при использовании синтеза знаний и модуля трехступенчатого алгоритма строится на основе пошагового освоения изучаемой темы:

- 1) образное восприятие предмета;
- 2) динамическое представление образа в памяти;
- 3) понимание как преддверие вхождения в информационный поток;
- 4) осознание как работа в интеллектуальных потоках [3, с. 51; 4, с. 137].

Все практические занятия по новой методике направлены на:

- 1) сбор информации с учетом всех взаимосвязей элементов знания и функций времени (темп, ритм, скорость и т.д.);
- 2) обретение смысла познания;
- 3) исследование характеристик интерактивного пространства аудитории;
- 4) анализ квантовых потерь.

Исследование использования метода синтеза знаний позволило адаптировать обучаемых к концентрации внимания и восприятия интеллектуальных потоков. Адаптация этого процесса поэтапно внедрялась в сознание обучаемых по следующей по схеме:

- 1) ускоренное восприятие темы с помощью интеллектуального разогрева («мозговой» штурм);
- 2) оптимизация мышления посредством догадки, сообразительности, интуиции, озарения;
- 3) понимание учебного материала через интерпретацию решений;
- 4) осознание через постижение смысла как способности сознания интуитивно мыслить.

Процесс достижения понимания учебного материала через синтез знаний позволит преподавателю выработать универсальные действия, которые базируются на понимании структуры разных дисциплин и применения использовать сначала информационные потоки и потоки времени для развития интуитивного интеллекта.

В результате изучения характеристик личного пространства курсантов и анализа состояния интерактивной аудитории был предложен модуль квантовых потерь. Этот модуль разработан для трансформации резервных зон памяти как потенциальных источников для восстановления энергетического потенциала сознания курсанта.

Энергоинформационная среда личного пространства курсанта имеет ресурсы для трансформации жизненных сил и сложившихся приоритетных координат в процессе ментального действия. К этим ресурсам относятся следующие зоны сознания :

- «мертвые» зоны – зоны страха и сомнения;
- «запретные» зоны – зоны собственных ограничений и комплексов;
- законы социума, которые неправильно интерпретируются курсантами при нарушении ими морали и приказов;

Результат анализа этих зон показал, что они негативно влияют на сознание обучающихся и подлежат трансформации по разработанной методике.

Для этого преподаватель даёт следующие рекомендации курсантам:

- 1) определить линии взаимосвязей сознания с «мертвыми» зонами, по которым возникают потери энергии в результате критики, осуждения, недовольства, обид и т.д.;

2) установить наличие «мертвых» и «запретных» зон, чтобы постепенно начать их прорабатывать с помощью понимания и дальнейшего осознания внутренних комплексов;

3) нейтрализовать энергетические потери за счет понимания причинно-следственных связей, негативных взаимоотношений и взаимодействий;

4) войти в согласие с собой и с внешним миром для нейтрализации конфликта, который является энергией «запретных» зон;

5) не нарушать юридические, социальные и моральные законы;

6) направить трансформированную энергию проработанных зон на восстановление и усиление психических и физических характеристик и личных привязанностей.

7) не вступать в юридический конфликт с уставом и законодательством;

8) использовать накопленный энергетический потенциал для снятия ограничений и для понимания и осознания взаимообусловленности сознания;

10) направить осознанную энергию на принятие стратегического решения поставленной задачи;

Осознанные энергетические блоки «мертвых» и «запретных» зон за счет контроля и управления мыслительными потоками направляются на укрепление памяти и усиление интуитивного интеллекта.

Таким образом, понимание негативной роли перечисленных зон позволит сознанию курсанта разблокировать их энергетические потенциалы и через осознание трансформировать негативную энергию этих зон в позитивную.

Совместное использование метода синтеза знаний, модуля квантовых потерь, алгоритмов действия вызовет в сознании курсанта трансформацию энергии всех зон и обеспечит переход курсанта на более высокий уровень интеллектуального восприятия.

Совместное использование новых методов образования позволит курсанту ускорить восхождение на более совершенные ступени познания, обеспечивая:

1) чистое восприятие;

2) рассуждение без сомнения;

3) утверждение решения;

4) намерение;

5) интегрированное определение выбора.

Рассмотренный метод изменит когнитивное мышление курсанта на фрактальное и интуитивное мышления. Интуитивное мышление, как внезапное озарение предполагает длительную подготовку ума согласно предложенному методу. У обучаемого появляется способность автоматически вырабатывать решение без длительных логических рассуждений или доказательств. Вместе с тем этот метод позволит сэкономить учебное время.

Инструментом мышления согласно нейрофизиологии и психофизике сознания является абрис как начало ментального инжиниринга [1, с. 156; 5, с. 319)]. Целостного голографического образа еще нет, но он существует в сознании. Сохраняется лишь идея образа в виде разумных чувств или ощущений.

Сознание начинает постепенно выстраивать ментальную конструкцию для дальнейшей детализации образа. Наполнение образа деталями возможно только при наличии смысла ментального действия. Смысл ментального действия обретается мотивацией и синтезом знаний. Но наличие «мертвых» и «запретных» зон ещё не позволяет воспринять в деталях образ и его голографическую целостность. Он «размывается» в потёмках сознания и негативных энергиях описанных зон, чистота восприятия отсутствует. Чистота восприятия обеспечивается синхронизацией двух полушарий головного мозга, в результате чего в области гипоталамуса проецируется голографический образ.

Гипоталамус – это гибрид нервной и эндокринной системы, место превращения электрических сигналов мозга в химические сигналы – гормоны.

Когнитивное мышление не способно обеспечить голограмму образа, потому что информационно-оперативные знания «перехватываются» левым полушарием для логического анализа, в результате чего возникают сомнения как следствие длительного размышления.



Использование абсурдного мышления позволяет логическому уму уйти от анализа и оценки координат решения учебной задачи и потери времени.

Для реализации образного мышления от учащихся потребуются освоение методики овладения фундаментальными знаниями по следующим дисциплинам: высшая математика, квантовая физика, астрофизика, нейрофизиология и некоторые другие по заданной теме. Объём полученных информационных знаний через образное мышление позволит курсантам совершить переход на интуитивно-интеллектуальный уровень.

Разработанные методики применения синтеза знаний и воспитания образного мышления позволят ускорить овладение учебным материалом и повысить энергоёмкость своего информационного потенциала в виде долгосрочной памяти.

Кроме того, новая методика создаст интеллектуальный интерфейс и умение разрабатывать проект-программы согласно IT-технологиям. Для эффективного использования времени преподаватель рекомендует учащимся разрабатывать проекты-программы на самоподготовке.

В работе [1, с. 385] была представлена разработанная учебная платформа образования на основе модели синтеза знаний с учетом алгоритм-версий динамики мышления от стандартного до интуитивного типа мышления. Для этого были проведены исследования динамики перехода от стандартного до интуитивного типа мышления. Динамическая структура алгоритма перехода создаёт условия поэтапного формирования осознанного восприятия целостного образа:

- 1) осознание своего типа мышления;
- 2) оптимизация возможностей своего типа мышления;
- 3) выработка индивидуального алгоритма мышления;
- 4) восприятие и осознание силы своего слова и типа мышления;
- 5) осознание личных квантовых потерь;
- 6) исследование и анализ «мертвых» и «запретных» зон;
- 7) трансформация энергии квантовых потерь;
- 8) изучение квантового поля действия через образ-квант за счет его детализации;
- 9) трансформация энергии образ-квантов для развития стратегического мышления;
- 10) осознание потока времени через функцию времени: бесконечности и безграничности.

Динамика перехода обучаемого от одного типа мышления к более совершенному открывает для курсанта путь к освоению фрактального мышления.

Осознанное восприятие позволяет курсанту изучить особенности своего мышления такие как темп и ритм мышления, которые способствуют интуитивной догадке, сообразительности, смекалки и ясному видению образа для принятия оптимального решения.

Осознанное восприятие включает в себя внешнее и внутреннее восприятие.

Для внешнего восприятия характерно:

- 1) восприятие учебного материала, подаваемого преподавателем;
- 2) способность к адаптации в условиях интерактивного обучения;
- 3) возможность сенсбилизации;
- 4) наличие страха при восприятии;
- 5) перегруженность сознания внешними негативными воздействиями;
- 6) адаптация к военной дисциплине и нормативам поведения;
- 7) взаимодействие курсанта с участниками учебного процесса.

Для того чтобы перейти к внутреннему восприятию необходимы:

- 1) наработка навыка и способности к обучению;
- 2) личностные ценности и взгляды;
- 3) индивидуальная модель поведения в команде;
- 4) умение анализировать и выявлять проблему;
- 5) способность к креативному и фрактальному мышлению;
- 6) способность выразить свои знания;
- 7) умение работать в команде.

На основе вышеизложенного можно сформировать индикатор восприятия, как механизм самопознания учащегося:

- 1) насколько ясно он понимает свои личные задачи;
- 2) ясно ли он понимает задачу образования;
- 3) насколько он мотивирован;
- 4) как активно работает на достижение результата;
- 5) как ориентируется в решение сложных задач как стратег или тактик.

После анализа результатов внешнего восприятия обучаемый через индикатор самоанализа приобретает уверенность для формирования внутреннего восприятия, чтобы постичь свой внутренний потенциал для реализации проект-версий. Для этого после анализа созданы тесты для курсантов, согласно пунктам индикатора восприятия.

Внутреннее восприятие состоит из энергий, которые необходимы для формирования интуитивно-интеллектуального потенциала:

- 1) энергия внимания (сила внутренней собранности);
- 2) сила концентрации для формирования идеи;
- 3) сила мысли;
- 4) сила слова;
- 5) сила реагирования;
- 6) формирование внутреннего ментального суждения;
- 7) вхождение в ментальное абстрагирование;
- 8) образное мышление как акт воображения;
- 9) внутреннее рассуждение;
- 10) озарение как акт нахождения оптимального решения.

Для реализации найденного решения существует элемент психофизического сознания – намерение.

Намерение – это концентрация всех перечисленных сил как потенциал для осуществления действия, согласно целеполаганию.

Чистота внутреннего и внешнего осознанного восприятия способствует динамике успешного образования и стратегии действия в решении поставленной задачи.

Намерение и восприятие как элементы сознания имеют квантовую природу и способствуют творческому развитию личности курсанта и его профессиональному становлению.

Изучение внешнего проявления восприятия голографического образа позволяет адаптировать курсанта к новой квантовой среде.

Осознанное внутреннее восприятие как функция сознания откроет квантовый мир осознанного действия при помощи фрактального мышления.

**Вывод.** Для ускоренного овладения методом стратегического мышления на основе синтеза знаний преподаватель рекомендует дать курсантам разъяснение о необходимости интегрированных знаний для овладения следующими принципами в технологии нового образования:

- 1) дать понимание необходимости интегрированных знаний;
- 2) использовать знания причинно-следственных связей;
- 3) осознать, что изучаемые факты могут быть объяснены разными научными средствами согласно фундаментальной последовательности от когнитивной до фрактальной;
- 4) принять, что интеграция знаний проявляется в синтезе знаний при умении их интерпретации для решений и осознания смысла действия как при образном, так и фрактальном мышлении;
- 5) уметь оптимизировать выбор решения при рассмотрении нескольких моделей;
- 6) выбрать стратегию образа действия в процессе интуиции;
- 7) вербализовать идею, ее ментальную конструкцию и определить дальнейший образ действия;
- 8) оценить полученные результаты.

Соблюдая вышеприведенные рекомендации, преподаватель может воспитать у курсантов при помощи предложенных методик новый тип индивидуума в соответствии с современной культурой образования в условиях единства пространства и времени XXI века.

**Список литературы:**

1. Колесников В.П. Синтетический метод развития восприятия в процессе обучения / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 570 с.
2. Колесников В.П. Синтез знаний как метод воспитания стратегического мышления / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 588 с.
3. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
4. Энсис Е.И. Методические аспекты повышения качества учебно-воспитательного процесса и культуры образования / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Булатовские чтения: материалы VI Межд. науч.-практ. конф. (31 марта 2022) : в 2 т-х. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – Т. 2. – 262 с.
5. Колесников В.П. Поиск образа действия как интерактивный метод познания / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 588 с.
6. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021. – С. 145–154.
7. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.
8. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
9. Системный подход к самостоятельной работе обучающихся / Ю.А. Савицкий [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2019. – № 1. – С. 445–448.
10. Савицкий Ю.А. Современный взгляд на естественно-научную грамотность обучаемых / Ю.А. Савицкий, В.А. Нефедовский, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 405–408.

**МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ОБРАЗНОГО МЫШЛЕНИЯ КУРСАНТОВ  
ВОЕННЫХ ВУЗОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ**



**METHODS OF DEVELOPING IMAGINATIVE THINKING OF CADETS  
OF MILITARY UNIVERSITIES IN THE CONDITIONS OF MODERN EDUCATION**

**Энсис Е.И.**

кандидат психологических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Колесников В.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Терехов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В научной статье авторы исследуют инновационные формы и методы перспективного образования. Применение на практике разработанных авторами методик позволит раскрыть потенциал курсантов: по-новому воспринимать учебный материал, осознать его смысл, приобрести навыки ментального инжиниринга и вербализации, что обеспечит переход на более высокий уровень сознания обучаемого как личности. Разработанные и предлагаемые в работе методы образования будут способствовать развитию и начальному становлению платформы образования на основе образного мышления и синтеза знаний.

**Ключевые слова:** образование, обучаемый, курсант, образное мышление, синтез знаний, когнитивное мышление, восприятие, память.

**Ensis E.I.**

PhD in Psychological Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kolesnikov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Terekhov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** In the scientific article, the authors explore innovative forms and methods of advanced education. The practical application of the methods developed by the authors will reveal the potential of cadets: to perceive the educational material in a new way, to realize its meaning, to acquire skills of mental engineering and verbalization, which will ensure the transition to a higher level of consciousness of the student as a person. The methods of education developed and proposed in the work will contribute to the development and initial formation of an education platform based on imaginative thinking and synthesis of knowledge.

**Keywords:** education, student, cadet, imaginative thinking, synthesis of knowledge, cognitive thinking, perception, memory.

При поступлении в военный вуз каждый из абитуриентов обладает присущими ему социально-психологическими привычками, сформированными в средней школе.

В процессе обучения в вузе курсанту необходимо отойти от инерционного восприятия мира, заменив его активным образом жизни по Уставу. Смыслом его образования станет цель приобретения профессиональных знаний и нравственных достоинств офицера – воинской чести и доблести.

Культура образования предполагает наработку личной ответственности за свои знания и личные качества. Авторами статьи для повышения качества образования курсантов в вузе проведена апробация педагогического эксперимента и разработан метод взаимодействия преподаватель-курсант [1, с. 176, 178] на основе классификации интеллекта курсанта, согласно уровню его сознания [1, с. 23], [2, с. 413], [3, с. 254]. Такая плановая установка на взаимодействие между участниками учебного процесса создает

условия для формирования интерактивного пространства в аудитории и эффективного использования времени в учебном процессе.

На основе анализа результатов тестирования курсантов в ходе педагогического эксперимента [3, с. 154] установлено (табл. 1):

**Таблица 1** – Результаты тестирования курсантов в ходе педагогического эксперимента

1.	Неэффективное использование времени затраченного преподавателем и курсантом на дополнительные умственные и физиологические ресурсы на адаптацию восприятия учебного материала
2.	Отсутствие внимания(рассеянность) и мотивации требуют от преподавателя умения воспитать у курсантов командный навык и навык к концентрации внимания для формирования образного мышления
3.	Отсутствие владения синтезом знаний
4.	Отсутствие опыта использования метода образного мышления для решения стратегических задач

Взаимодействие курсант-преподаватель позволяет сформировать командный навык как согласованность группы для решения учебных задач, в основе которого лежит творческое начало и единомышление.

Взаимодействие преподаватель-курсант на основе командного навыка приведет к единению в группе и вызовет усиление функции внимания, в результате чего произойдет рост объема памяти, разовьёт умение совместно выстраивать ментальные конструкции, четко и понятно вербально их излагать.

Прежде чем раскрыть тему занятия преподаватель в ходе занятия использует методику многократных повторений для осуществления автоматического запоминания. Затем устанавливает порядок изложения учебного материала для решения следующих задач:

- предусмотреть методику синтеза знаний, разработанную ранее [4, с. 241], [5, с. 322];
- использовать творческое умение курсантов образно мыслить;
- произвести дифференцированный подход в подаче учебного материала в соответствии с типом интеллекта курсантов;
- воспитать навык курсанта к повторению пройденного материала на занятии и на самоподготовке;
- предложить участие в научно-исследовательской работе курсантам для развития видов мышления от когнитивного до фрактального;
- переформатировать мышление курсанта с аналитического на образное.

На основе выше приведённых педагогических приемов формируется команда для совместного решения стратегических задач. Эти методы увеличивают скорость мышления, сообразительность, принятие идеи как начало интуиции. Чтобы использовать эти методы преподаватель должен (табл. 2):

**Таблица 2** – Методы увеличивающие скорость мышления курсантов

1.	Мотивировать курсантов
2.	Учитывать их интеллектуальный потенциал
3.	Излагать учебный материал с учетом обратной связи
4.	Контролировать восприятие материала курсантами
5.	Оценивать скорость овладения материалом
6.	Постепенно вводить методику образования на основе синтеза знаний

Определив уровень интеллекта каждого курсанта, преподаватель отбирает курсантов, которые успешно справились с программой овладения навыком и методами синтезирования знаний. Педагогический опыт преподавателя, его проницательность позволит распределить курсантов по группам в соответствии с умением мыслить тактически или стратегически.

В группу с тактическим мышлением войдут курсанты со «стандартным» и «личностным» (эмоциональным) мышлением.

В группу со стратегическим мышлением войдут курсанты с «индивидуальным» и «интуитивным» мышлением.

На усмотрение преподавателя для более быстрого прогресса отстающих курсантов возможно создание смешанных групп.

Такой метод образования позволит курсанту совершать оптимальный выбор решения поставленной задачи в соответствии со сложившейся ситуацией.

Командный навык как форма взаимодействия преподаватель-курсант позволит параллельно с получением профессиональных знаний освоить синтетические знания на основе таких дисциплин как педагогика, психология, нейропсихология, квантовая физика, астрофизика и т.д.

Новые формы образования предполагают следующие педагогические инструменты «научения»:

- адаптация к разным учебным ситуациям и вводным;
- сенсбилизация (умеренность, уравновешенность);
- импринтинг;
- классическое обусловливание;
- оперантное обусловливание;
- метод проб и ошибок;
- когнитивный метод.

Такая динамика в развитии образования создаст платформу стабилизации разума и чувств на начальном курсе пребывания в вузе. Она также сформирует адаптационную основу для уменьшения психологической реакции «курсанта-стандартника» при оказании на него негативного действия обстоятельств и возникших проблем.

Дальнейшая наработка сенсбилизации как усиление реакции при повторном действии на раздражитель становится универсальной для «курсанта-личности».

Импринтинг является способностью «курсанта-индивидуальности» изначально усвоить и закрепить на самоподготовке учебный материал.

Для «курсанта-стандартника» присуще классическое обусловливание как приспособление его к различным видам обучения, включая синтез знаний.

Для «интуитов» оперантное обусловливание предполагает не только переформатирование мышления, но и использование сообразительности, что приводит к возникновению идей.

В процессе осмысления учебной темы преподаватель должен использовать метод проб и ошибок как реактивный ответ на поставленные им вопросы.

В педагогической практике преподаватель должен уделить внимание освоению когнитивного метода как одной из сложных форм образования, с дальнейшим умением преобразовать её, например, во фрактальную модель с пониманием её квантовой основы.

В результате применения новых педагогических форм образования курсант нарабатывает интуитивный интеллект и приобретает командный навык в основном через образный метод «научения». При этом сознание курсанта формирует не только образ, но и принимает алгоритм мыслительного действия как когнитивную карту для стратегии действия. В этом случае алгоритм мышления станет доступен для курсантов всех уровней сознания.

Для создания интерактивного пространства преподаватель должен предложить группе пройти кейс-интервью, в результате которого курсанты станут членами общей команды, где каждый из них выскажет свою идею как итог его творческого процесса ума.

В учебном процессе преподаватель должен использовать все типы командного навыка:

типы командного навыка			
профессиональный	операционно-цифровой	информативный	синтез знаний

Каждый из членов созданной команды будет присоединяться своими знаниями к работе на семинарах, лекциях, самоподготовке, чтобы стать активным исполнителем

поставленной задачи. Для эффективности выполнения задания преподаватель должен использовать педагогический метод: блиц-опрос и блиц-ответ.

Приобретенные навыки курсантов в данных методиках позволит усилить командный дух: «стандартник» будет взаимодействовать с «личностью», «личность» – с «индивидуальностью», «индивидуальность» – с «интуитом» и т.д. При таком взаимодействии их образовательные возможности будут возрастать, возрастать будет и интерес к использованию в обучении синтеза знаний.

При использовании этих методик преподаватель поощряет свободу мышления курсанта и позволяет ему вербализовать свою идею в виде ментальной конструкции. Это позволит воспитать в нём умение мыслить содержательно и ясно, а также творчески передать словом суть мысли для реализации собственной миссии, которая состоит:

- в эффективном использовании учебного времени для повышения скорости выполнения задания;
- в активизации сознания для поиска выхода из критической (нештатной) ситуации.

Эффективность и «критический шанс» (решение выхода из «критической ситуации») дают возможность преподавателю подготовить курсантов для работы стратегического мышления.

По предложенным методикам новые формы образования потребуют профессиональной и педагогической компетенции преподавателя (табл. 3) [3, с. 17].

**Таблица 3** – Форма перспективного образования при взаимодействии преподаватель-курсант

Метод научно-исследовательской работы: тестирование и классификация курсантов в группы по типам мышления и уровням сознания			
ОБУЧЕНИЕ (традиционное для формирования информационного интеллекта)		ОБРАЗОВАНИЕ (для формирования интуитивного интеллекта)	
уровни сознания при обучении		уровни сознания при обучении	
I стандарт	II личность	III индивидуальность	IV интуит
вид мышления		вид мышления	
линейное мышление	абрисное мышление	трехмерное мышление	образное мышление
вид знания		вид знания	
информативный (работа с информацией)	понятийность (правила, аксиомы, законы)	понимание причинно-следственных связей	осознание смысла действия
метод опроса		метод опроса	
индивидуальный опрос	работа с группой	кейс-интервью	блиц-опрос, блиц-ответ
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ОСВОЕНИЮ ЗНАНИЙ			
лекция, практическое занятие	дополнительное занятие, самостоятельная работа	самообразование	научно- исследовательская работа
ОСВОЕНИЕ МОТИВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ			
интерес, стремление	желание	стремление	целеполагание
МЕТОДЫ НАРАБОТКИ КОМАНДНЫХ НАВЫКОВ			
тактическое мышление		стратегическое мышление	
дисциплина	порядок	восприятие	намерение
алгоритм действия		алгоритм действия	
активизация работы головного мозга	симметричность левого и правого полушарий головного мозга	синхронизация работы полушарий головного мозга	формирование голографического образа действия
МЕТОДЫ ВЫБОРА ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ			
анализ	оценка	сообразительность, смекалка	интуиция, озарение

При взаимодействии с курсантом преподаватель должен помочь ему:

- преодолеть страх перед выполнением заданий;
- эффективно использовать время через методы образного мышления;
- планомерно выполнить поставленную цель через выбранную стратегию;
- поддержать высокую динамику достижения результата в учебе за счет синтеза знаний.

Для преподавателей ориентация на результат предусматривает:

- ясное понимание поставленной задачи с учетом типа мышления и уровня сознания курсантов;
- активную работу для достижения результата на основе тактического (пошагового) мышления;
- последовательные действия для получения результата (создания алгоритма);
- поиск пути интуитивного решения с учетом сложности выбора решения (создания модели);
- своевременное информирование начальника кафедры о возникших сложностях на занятии.

Ориентация на результат для курсантов (табл. 4):

**Таблица 4** – Ориентация на результат для курсантов

ориентация на результат для курсантов предусматривает		
участие в группах с учетом уровня сознания	принятие норм и правил поведения в военном вузе, соблюдение воинской дисциплины в аудитории	выполнение своих обязанностей в соответствии с требованиями Уставов

Последнее требование «выполнение своих обязанностей в соответствии с требованиями Уставов» несколько пунктов:

- взаимодействие преподавателя с курсантом со стандартным типом мышления для упорядочивания его мыслительной деятельности и соблюдения дисциплины;
- взаимодействие преподавателя с «курсантом-личностью» в процессе обучения и на самоподготовке;
- взаимодействие преподавателя с «курсантом-индивидуальностью» в процессе выполнения научно-исследовательской работы;
- взаимодействие преподавателя с «курсантом-интуитом» с использованием метода синтеза знаний.

Для каждого курсанта составляется визитная карточка [3, с. 44] как поведенческий профиль, который состоит из следующих граф (табл. 5):

**Таблица 5** – Поведенческий профиль курсанта

поведенческий профиль курсанта			
уровень сознания и тип мышления	описание компетенций	поведенческие индикаторы	оценка

Метод «кейс-интервью» (ситуационный метод опроса) предполагает анализ ситуации, чтобы дать возможность преподавателю оценить знания курсанта в сложившейся ситуации и предложить ему вариант использования метода синтеза знаний.

При тестировании («кейс-интервью») преподаватель ставит три задачи для составления визитной карточки:

- проверяющие навыки к обучению;
- проверяющие ценности и взгляды;
- проверяющие модели поведения с учётом умения работать в команде.

Тестирование по методу «кейс-интервью» позволит преподавателю комплексно исследовать и оценить курсанта по нескольким параметрам (табл. 6):



**Таблица 6** – Параметры для тестирования по методу «кейс-интервью»

1.	Умение анализировать и выявлять проблему
2.	Проявление нестандартного подхода и креативности
3.	Овладение курсантом профессиональными знаниями и навыками и степенью их выраженности
4.	Моральные ценности и жизненные ориентации
5.	Поведенческие и личностные характеристики при принятии решения

При тестировании была сформулирована цель под названием: «Нацеленность на результат» для проявления индикатора: как ясно понимает он свои задачи, ясно ли понимает задачу обучения, насколько мотивирован, как активно работает над достижением результата, как ориентируется в решении сложных задач (как стратег или как тактик).

Все выше представленные методы являются общей платформой для формирования нового образования в современных условиях, что показано в таблице.

Начальник кафедры даёт оценку компетентности преподавателя согласно следующим критериям:

- преподаватель должен четко понимать и ставить задачи перед курсантами согласно их уровню сознания и выяснить, каковы их приоритеты в выборе подаваемого учебного материала для эффективности его восприятия и осознания действия (действия со смыслом);

- преподаватель должен уметь находить соответствующие вопросы, чтобы прояснить непонятные аспекты учебного материала и последующего их разъяснения;

- преподаватель, используя обратную связь, должен использовать гибкий подход в выборе формата взаимодействия с курсантами: проведение семинара, научно-исследовательской работы, самоподготовки, самообразования;

- преподаватель должен уметь проводить оценку эффективности подачи материала на основе учёта качества подаваемого учебного материала со стороны курсантов.

Таким образом, перспективные тенденции развития высшего образования в современных условиях требуют изменить форму обучения на новую форму образования, согласно предложенным выше педагогическим методам, которые будут способствовать начальному становлению платформы образования на основе образного мышления и синтеза знаний.

### **Список литературы:**

1. Колесников В.П. Этапы нравственного восхождения согласно уровням сознания / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 510 с.
2. Колесников В.П. Правильное управление действием и действительностью / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых, Посвященной 58-й годовщине полета Ю.А.Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – 588 с.
3. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
4. Энсис Е.И. Синтез знаний как метод воспитания стратегического мышления / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 588 с.
5. Колесников В.П. Синтез знаний как основа для культуры образования / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Посвященной 57-й годовщине полета Ю.А.Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – 503 с.
6. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических

- и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
7. Нефедовский В.А. Исследования в области развития пространственного мышления будущего военного летчика / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 2. – С. 226–237.
  8. Варфоломеева С.В. Применение образовательных метаданных для овладения сравнительным методом и компаративным анализом в процессе изучения социально-гуманитарных дисциплин / С.В. Варфоломеева, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2020. – № 1. – С. 178–186.

УДК 37

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОБУЧАЕМЫХ



## RESEARCH OF INTELLECTUAL ABILITIES OF TRAINEES

### Энсис Е.И.

кандидат психологических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

### Колесников В.П.

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

### Терехов В.В.

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

### Кусумкулов Э.Р.

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В работе исследованы интеллектуальные способности курсантов на основе разработанной методики тестирования. Установлен интеллектуальный спектр курсанта и произведена оценка его когнитивной способности. Выявлены скрытые энергетические резервы обучаемых. Установлено, что источником таких резервов являются интуитивные и эмоциональные составляющие интеллекта. Показано, что применение метода на основе трехступенчатого динамического алгоритма ускорит динамический переход обучаемого с понятийно-информационного уровня интеллекта на духовно-интуитивный интеллект.

**Ключевые слова:** образование, сознание, психология, типы интеллекта, интуиция.

### Ensis E.I.

PhD in Psychological Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

### Kolesnikov V.P.

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

### Terekhov V.V.

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

### Kusumkulov E.R.

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The paper investigates the intellectual abilities of cadets based on the developed testing methodology. The intellectual spectrum of the cadet is established and assessment is made and assessment of his cognitive abilities is made. Hidden energy reserves trainees are revealed. It is established that the source of such reserves are intuitive and emotional representations of intellect. It is shown that the application of the method based on a three-steps dynamic algorithm will accelerate the dynamic transition of the cadet from the conceptual and informational level of intelligence to the spiritual and initiative intelligence.

**Keywords:** education, consciousness, psychology, types of intelligence, intuition.

**Н**астоящей научно-исследовательской работой ставилась задача: цель – выявить скрытые энергетические резервы обучаемых для повышения их когнитивных способностей. Для этого была разработана многоуровневая модель интеллекта обучаемого по типам мышления и уровня сознания, представленная в работах [1, 2]. Исследования показали, что источником таких резервов являются интуитивные и эмоциональные составляющие интеллекта. Интеллект бывает четырех видов: понятийно-информационный, оперативно-информационный, логико-аналитический и духовно-интуитивный.

Известный ученый Карл Юнг рассматривал личность с учетом нескольких разновидностей интеллекта, а именно эмоциональный, мыслительный, интуитивный [3]. Рассмотрение личности с нашей исследовательской позиции расценивается с учетом интенсивного информационного потока и эволюции сознания согласно астрофизическим переменам. Такой продуктивный подход позволяет рассмотреть сознание с точки

зрения синтеза знаний: нейрофизиологии, психологии, философии и квантовой физики [4, 5].

Функция мозговой деятельности обучаемого и состояние его интеллекта зависит от его морально-нравственных качеств, на которые влияют негативные эмоции, провоцирующие комплексы и как следствие образование «мертвых» и «темных» зон, которые занижают восприятие и обработку знаний. Для изучения интеллекта обучаемого были разработаны и апробированы в педагогическом эксперименте специальные тесты [6].

На основе результатов строилась диаграмма, по принципу которой был представлен тип интеллекта каждого курсанта. Например, на рисунке 1 изображен спектр интеллектуальных способностей. Согласно предложенной классификации:

- курсанту-стандартнику принадлежит понятийно-информационный интеллект (1);
- курсанту-личности принадлежит оперативно-логический интеллект (2);
- курсанту-индивидуальности присущ аналитико-логический интеллект (3);
- курсант-интуит использует духовно-интуитивный интеллект (4).

**Интеллектуальный спектр обучаемого**

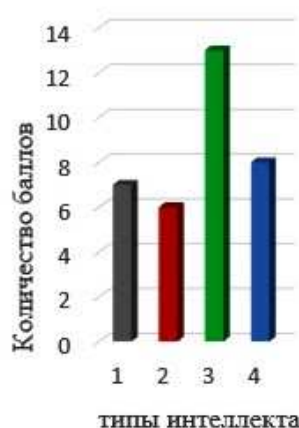


Рисунок 1 – Интеллектуальный спектр обучаемого

На рисунке 2 представлена диаграмма интеллектуального спектра для контрольной группы № 1. Всего в эксперименте принимало участие пять учебных групп.

**Интеллектуальный спектр учебной группы**

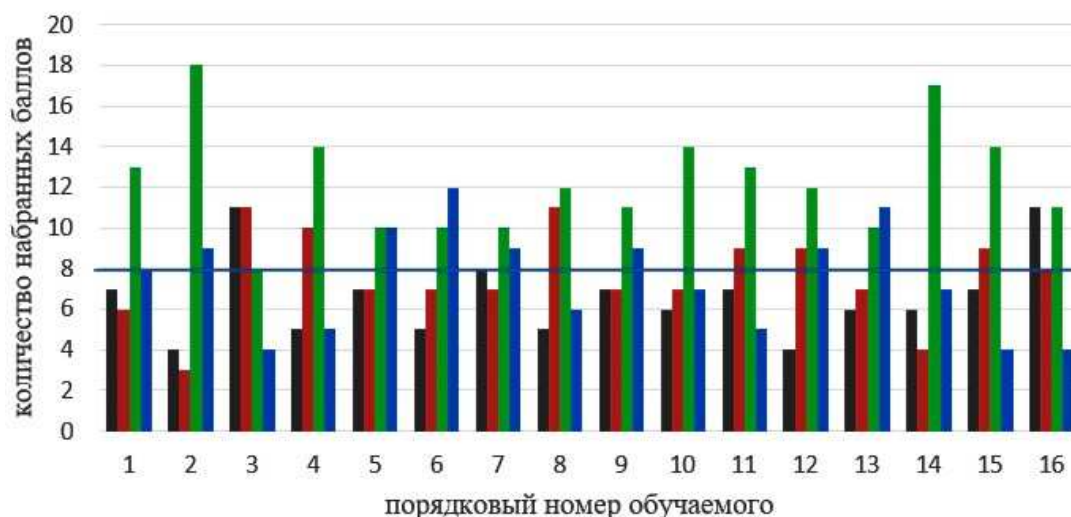


Рисунок 2 – Интеллектуальный спектр группы № 1

Для шестнадцати участников тестирования приводится его интеллектуальный спектр. Высота столбиков диаграммы дана в баллах. Такое представление полученных данных спектра интеллекта позволяет проводить сравнительный анализ результатов как среди тестируемых, так и самого интеллектуального спектра обучаемого. Из диаграммы следует, что существует очевидное преимущество в развитии у обучаемых логико-аналитического интеллекта (3). Это указывает на то, что группу составляют учащиеся с высокой подготовкой как средней, так и высшей школы, которым необходимо динамическое развитие сознания с переходом на образное мышление с учетом духовного интеллекта на базе синтеза знаний. Вместе с тем, также очевидно, что стандартники представляют 19,5 % в учебной группе и им необходимо заниматься развитием резерва энергии, сосредоточенной в «мертвых» и «запретных» зонах. Курсанты, имеющие духовный интеллект составляют 22 % и должны участвовать в организации интерактивного пространства аудитории [7]. Основную массу курсантов в группе составляют аналитико-логический интеллект, которые способны нарабатывать командный навык и поддерживать дисциплину.

На рисунке 3 представлен интеллектуальный спектр, усредненный по учащимся всей группы. Изучение этой диаграммы позволяет преподавателю провести сравнительный анализ с аналогичными показателями других групп для повышения уровня интеллекта и образного мышления с учетом выработки дифференциального подхода к обучаемым и разработки алгоритма и модуля квантовой синхронизации сознания всех участников учебного процесса [8]. В усредненной диаграмме наблюдаются значительное опережение аналитико-логического интеллекта.

**Диаграмма усредненного интеллектуального спектра группы №1**



**Рисунок 3 – Усредненный интеллектуальный спектр группы № 1**

Итак, согласно тестированию и его анализу представляем общее долевое присутствие (в процентах) в спектре интеллекта и его составляющих (рис. 4). Логико-аналитический интеллект присущий курсанту-индивидуальности составляет большинство в учебной группе – 36 %, духовно-интуитивный, присущий курсанту-личности составляет 22 %, курсантам-стандартникам принадлежит 19,5 %, и они обладают понятийно-информационным интеллектом. Такое соотношение указывает на стабильное образование с использованием трехступенчатого алгоритма для динамического перехода с одной ступени на другую.

Поскольку каждая составляющая интеллекта имеет разный удельный энергетический потенциал (качественно-качественный показатель), то с учетом этого является целесообразным при проведении педагогического эксперимента оценить обобщенный показатель интеллектуального потенциала учебной группы.

На диаграмме выделены три зоны: первая расположена выше 170 баллов. Вторая зона занимает диапазон 140–170 баллов и третий диапазон – 70–140 баллов. Те тестируемые, которые преодолели барьер 170 баллов вошли в группу интуитов. Вторая зона – эта зона индивидуальностей, третья зона – личностей. В первый диапазон во-

шли те тестируемые которые были отнесены к группе интуитов. Ко второму диапазону отнесены курсанты-индивидуальности, а к третьему диапазону – личности.

**Общая диаграмма анализа долевого присутствия всех типов интеллекта**

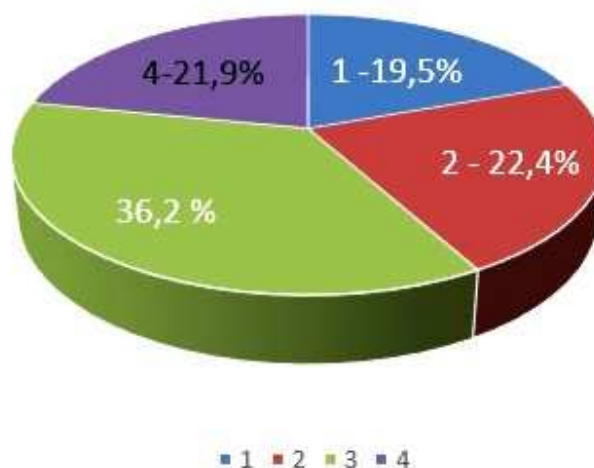


Рисунок 4 – Долевое присутствие всех типов интеллектов в группе № 1



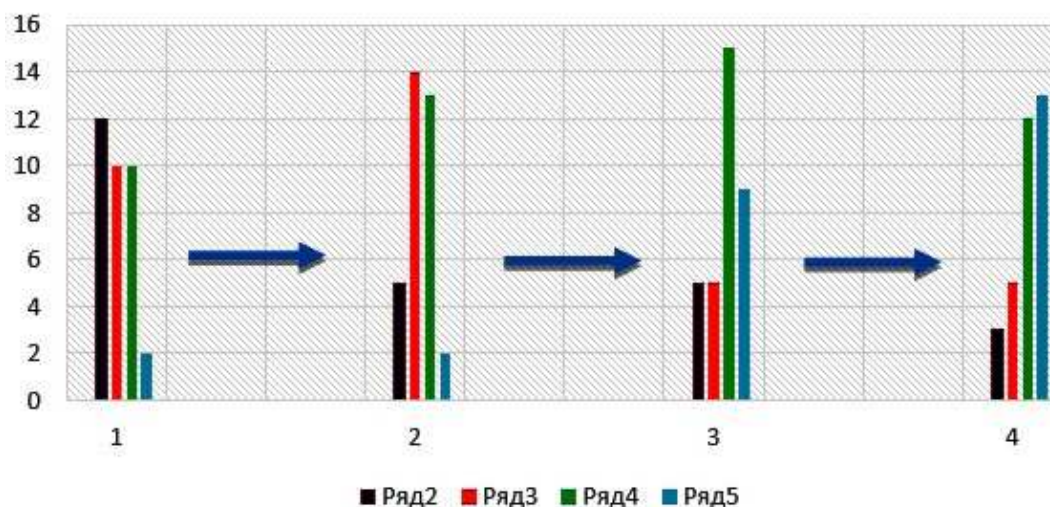
Рисунок 5 – Диаграмма обобщенного показателя уровня сознания группы № 1

Такой подход позволил установить:

- 1) при поведении педагогического эксперимента преподавателю необходимо овладеть проницательностью при составлении ментальной визитной карточки образа курсанта и типа его мышления;
- 2) использовать для каждого типа интеллекта алгоритмы образования от начального до завершающего;
- 3) на базе синтеза знаний применить модуль квантовых потерь для ускоренного образования

Анализ когнитивных способностей тестируемых на основе определения типа интеллекта показал о наличии базисных возможностей обучаемых и повышенного требования к образованию.

**Диаграмма поэтапного динамического  
квантового перехода**



**Рисунок 6** – Алгоритм действия для динамического перехода с когнитивного типа мышления (учащийся группы № 1) на более высокий уровень – духовно-интуитивный интеллект

Анализ диаграммы позволяет исследовать квантовый переход обучаемого с когнитивного типа мышления (понятийно-информационного) на интуитивный на основе метода трехступенчатого алгоритма для внедрения в педагогический эксперимент

Оценка общего уровня сознания и определение на его основе интуитивного потенциала позволяет использовать трехступенчатый динамический алгоритм с повышенными требованиями для групп с разным интуитивным потенциалом.

**Вывод.** Педагогический эксперимент по выявлению интеллектуального потенциала обязывает повысить профессиональный и педагогический уровень преподавателя для эффективного взаимодействия с курсантами, а также раскрытие резервов восприятия и внимания для увеличения объемов оперативно-информационного потока и нравственно-духовного состояния сознания обучаемых.

Применение метода синтеза знаний ускорит динамический переход с понятийно-информационного уровня интеллекта на духовно-интуитивный интеллект.

Знание нейрофизиологии и церебральной психофизики сознания позволит преподавателю использовать предложенный алгоритм ускоренного образования с учетом квантового механизма мышления.

**Список литературы:**

1. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
2. Маклаков А.Г. Общая психология. – СПб. : Питер, 2002. – 592 с.
3. Колесников В.П. Этапы нравственного восхождения согласно уровням сознания / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 510 с.
4. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
5. Энсис Е.И. Синтез знаний как метод воспитания стратегического мышления / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 588 с.

6. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
7. Колесников В.П. Поиск образа действия как интерактивный метод познания / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 588 с.
8. Энсис Е.И. Методические аспекты повышения качества учебно-воспитательного процесса и культуры образования / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Булатовские чтения: материалы VI Межд. науч-практ. конф.(31 марта 2022) : в 2 т-х. (Сборник статей). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – Т. 2. – 262 с.
9. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
10. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.



ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТУИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОБУЧАЕМЫХ  
◆◆◆◆  
RESEARCH OF INTUITIVE ABILITIES OF TRAINEES

**Энсис Е.И.**

кандидат психологических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Колесников В.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Терехов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Попов Д.А.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Хамитов Д.Р.**

Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** В работе показано, что развитие интуитивных способностей курсантов может быть обеспечено за счет неуклонного роста интеграции полушарий головного мозга. Выявлена корреляция между уровнем сознания интуита и коэффициентом интеграции полушарий; с ростом последнего растёт уровень сознания. Установлено, что коэффициенты интеграции и симметричной активности полушарий головного мозга для интуитивного интеллекта лежат в диапазоне значений, который согласуется с теоретическим прогнозом.

**Ключевые слова:** образование, сознание, психология, интеллект, интуиция восприятие, корреляция.

**Ensis E.I.**

PhD in Psychological Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kolesnikov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Terekhov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Popov D.A.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Hamitov D.I.**

Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The paper shows that the development of intuitive abilities of cadets can be ensured by the full integration of the hemispheres of the brain. The correlation between the level of consciousness of the intuitive cadet and the coefficient of integration of the hemispheres, with the growth of the latter the level of consciousness increases. It is established that the coefficients of integration and symmetrical activity of the cerebral hemispheres for intuitive intelligence lie in a range of values that is consistent with theoretic forecast.

**Keywords:** education, consciousness, psychology, intelligence, intuition, correlation.

Целью настоящей научно-исследовательской работы является экспериментальное исследование когнитивных (интуитивно-интеллектуальных) способностей курсантов с целью выявления причин, тормозящих росту качества и эффективности усвоения учебного материала.

В процессе мыслительной деятельности головного мозга, как правило, задействована далеко не вся его нейронная система, а всего лишь 10–20 % от своих возможностей [1]. Если бы для выполнения некоторой ментальной функции можно было привлечь всю нейронную систему головной мозга, то это резко повысило бы скорость выполнения и объём учебных задач. Однако этому мешает разобщенность в работе левого и правого полушарий, поскольку каждое из них отвечает за свой круг задач: ле-

вое полушарие отвечает за аналитические и логические функции, правое – за образное мышление, интуицию и т.д. Такая работа головного мозга имеет невысокую эффективность вследствие низкой степени интеграции и синхронизации мозговых полушарий [2].

Для понимания мыслительной работы головного мозга рассмотрим следующую модель его функционирования. Полушария головного мозга в процессе функционирования являются источниками волновых потоков (энергоинформационной волны). Эти потоки в области мозолистого тела в полости рта накладываются один на другой и интерферируют. Полнота взаимодействия полушарий возможна тогда, когда эти потоки когерентны, т.е. их частоты и фазы волн одинаковы. В этом случае создается объемная стоячая волна. Эти условия необходимы для интеграции полушарий. Вместе с тем также необходима симметричная активность полушарий (условие равенства амплитуд колебаний). Это обеспечить полноту и адекватность восприятия внешнего образа (учебного материала).

**Таблица 1** – Четыре состояния функций головного мозга, соответствующие классификации четырёх уровней сознания учащегося

№ пп	Уровень сознания курсанта	Характер взаимодействия полушарий	Степень когерентности и симметричной активности полушарий	Отдел мозга	Мозолистое тело, как центр интеграции полушарий
1	Стандарт	отсутствие взаимодействия	смекалка, догадка	лимбический мозг	недоразвито, 5 %
2	Личность	слабое взаимодействуют	сообразительность	лимбический мозг, неокортекс	частично функционирует, 50 %
3	Индивидуальность	сильно взаимодействуют	интуиция	неокортекс	функционирует, 75 %
4	Интуит	находятся в резонансе	созерцание	темя, мозолистое тело	функционирует полностью, 100 %

Для интеграции и синхронизации полушарий потребуется выполнение определенных условий – перезагрузки сознания для перехода на новый более высокий уровень работы полушарий с целью совершенствования не только интеллектуальных, но и интуитивных способностей. Для этого разработан динамический трехступенчатый алгоритм [3, с. 48, 51 ]

На основе проведенных предварительных исследований была разработана таблица, в которой сделана попытка оценить степень интеграции полушарий для четырех уровней сознания [3, с. 137]

Из анализа таблицы следует, что в зависимости от уровня сознания и совершенствования интуитивного интеллекта у курсанта возникает разная степень когерентности мозговых волн, которая проявляется в анатомических участках головного мозга в виде поляризованных волн.

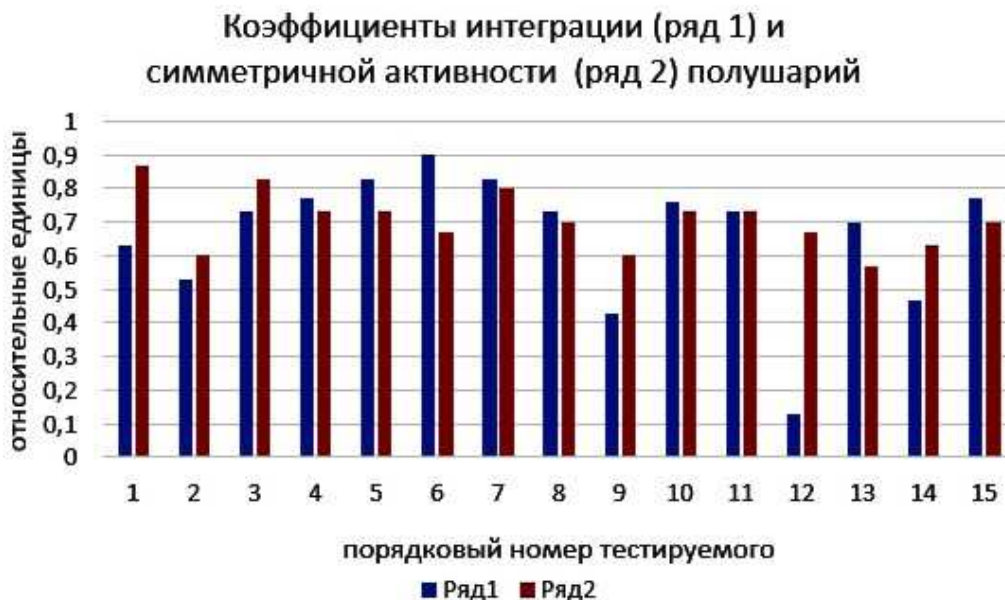
Ниже приводятся экспериментальные результаты тестирования курсантов четырех групп с использованием специально разработанных тестов. Их использование направлено на установление корреляции между уровнем сознания курсанта и степени интеграции полушарий головного мозга.

На рисунке 1 представлены результаты исследования коэффициента интеграции ( $K_i$ ) и коэффициента симметричной активности ( $K_c$ ) полушарий головного мозга протестированных курсантов группы № 4.

Диаграмма построена на основе анализа результатов тестирования курсантов. Тесты составлены таким образом, чтобы выявить степень интеграции полушарий головного мозга и их симметричной активности.

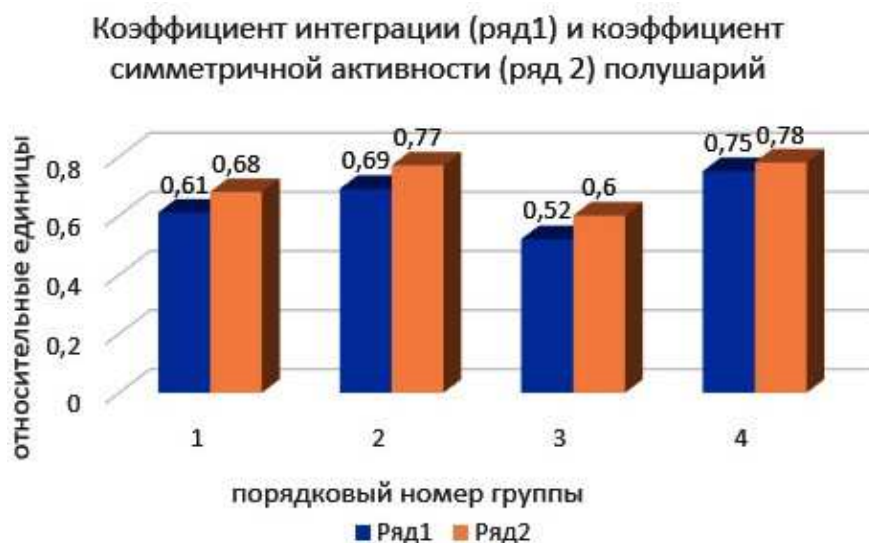
Из диаграммы следует, что диапазон изменения коэффициентов лежит в интервале от 0,4 до 0,9. Для каждого курсанта разница между двумя значениями коэффициентами не превышает 10 %, и только в отдельных случаях достигает значительных величин, более 40 %. Для одной половины курсантов  $K_i$  превышает значение коэффициента  $K_c$ , для другой половины  $K_c$  превышает  $K_i$ . Значение в диапазоне 0,8–0,9 указывает на высокую степень интеграции полушарий, что обуславливает их синхронизи-

ванную работу, т.е. высокую скорость обработки информации и способность к интуитивным прозрениям, а высокая степень их симметричной активности означает высокую степень полноты и адекватности восприятия информации. Эту группу курсантов с номерами № 5, 6, 7, можно отнести к интуитам. Другая группа курсантов с номерами № 3, 4, 8, 10, 11, 15, превысивших порог значения  $K_i = 0,75$  отнесена в соответствии с таблицей к индивидуальностям. Третья группа курсантов являются личностями.



**Рисунок 1** – Коэффициент интеграции  $K_i$  (ряд 1) и коэффициент симметричной активности  $K_c$  (ряд 2) полушарий головного мозга

На рисунке 2 представлены сравнительные усредненные по группе результаты коэффициента интеграции ( $K_i$ ) и коэффициента симметричной активности ( $K_c$ ) полушарий головного мозга для учебных групп № 1 – № 4. Наиболее высокие результаты достигнуты группами № 2 и № 4. Вместе с тем анализ показывает, что для всех групп характерно превышение коэффициента симметричной активности над коэффициентом интеграции полушарий в отдельных случаях приблизительно до 0,1. Это указывает на то, что симметрия полушарий вносит больший вклад в объединение полушарий, чем его степень когерентности (синхронизации).



**Рисунок 2** – Усредненные по группе коэффициент интеграции ( $K_i$ ) и коэффициент симметричной активности ( $K_c$ ) полушарий головного мозга курсантов учебных групп № 1 – № 4

На рисунке 3 представлены результаты тестирования по уровням сознания курсанта.



Рисунок 3 – Диаграмма, поясняющая метод определения уровня сознания курсантов

Согласно классификации распределения курсантов по уровням сознания, учащиеся, набравшие количество баллов больше чем 170 баллов отнесены к статусу – интуиты. Курсанты, набравшие количество баллов в коридоре значений 140–169, отнесены к статусу – индивидуальность.

Сравнение результатов диаграмм на рисунках 1 и 3 позволяет установить степень корреляции между характеристиками: коэффициента интеграции (Ки) и коэффициента симметричной активности (Кс) полушарий головного мозга с уровнем сознания курсанта. Такая корреляция приводится на рисунке 4.

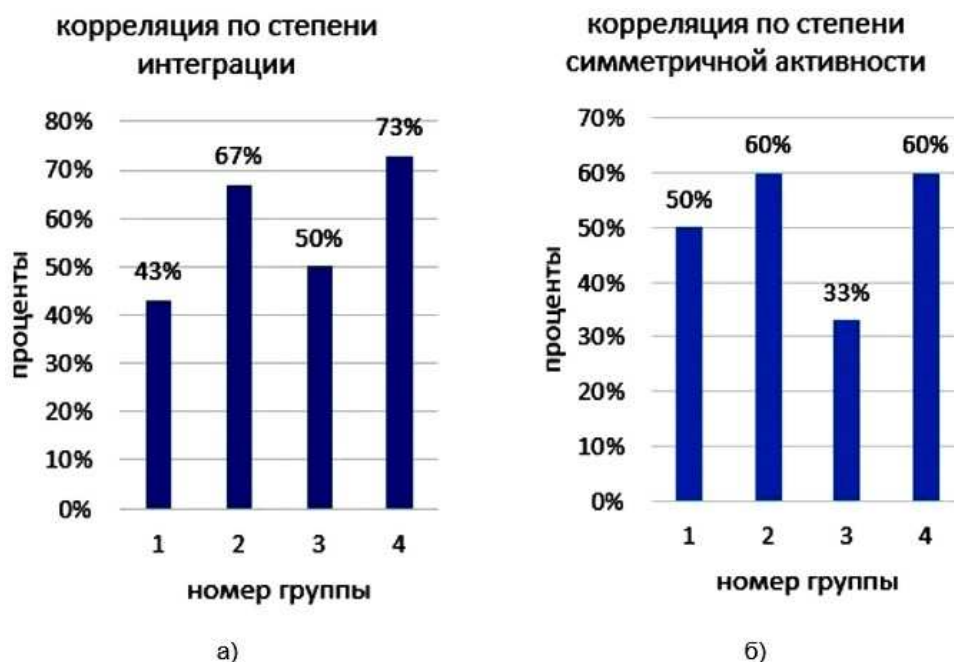


Рисунок 4 – а) корреляция по степени; б) корреляция по степени интеграции полушарий симметричной активности полушарий

Анализ показывает, что корреляция по степени интеграции полушарий наиболее четко прослеживается для учебных групп № 2 и 4, составляет соответственно 67 % и 73 % случаев. Для групп с номерами 1 и 3 этот показатель заметно ниже и составляет соответственно 43 % и 50 %. Такая же картина наблюдается на диаграмме корреляции по симметричной активности полушарий, однако степень корреляции здесь ниже и составляет 60 % случаев.

Для групп с номерами 1 и 3 было установлено, что низкие корреляционные взаимодействия имели место, когда при высоком коэффициенте Ки или Кс уровень сознания (измерялся в набранных баллах) был низким или, наоборот, при низких коэффициентах Ки и Кс уровень сознания был высоким. В последнем случае высокий уровень сознания достигался за счет высокой составляющей обобщенного интеллекта, т.е. интуитивного интеллекта.

На рисунке 5 представлено распределение курсантов по уровням сознания по принятой нами классификации: 1 – стандартник, 2 – личность, 3 – индивидуальность, 3 интуит.

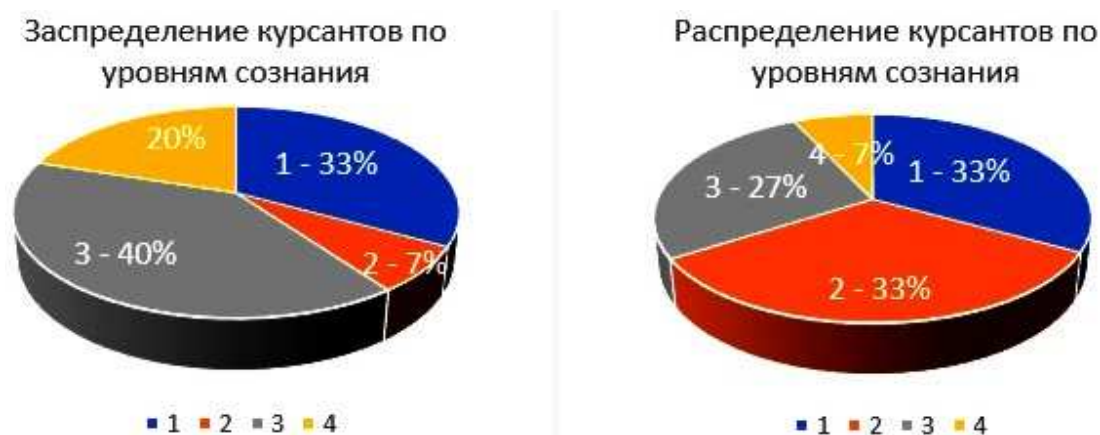


Рисунок 5 – Диаграмма, распределения курсантов по уровням сознания

Данное распределение курсантов является альтернативным принятой ранее классификации, поскольку исходит из требований синхронизации (интеграции, рис. 5, слева) и симметричной активности (рис. 5, справа) полушарий. Из анализа диаграммы следует, что 33 % курсантов принадлежат к статусу: интуит, согласно требованию и интеграции, и симметричной активности. А вот далее возникает существенное отличие, как это можно судить по диаграмме.

На рисунке 6 приведено распределение интуитивного потенциала по группам. Для расчета этой величины привлекались только данные, принадлежащие интуитам.



Рисунок 6 – Диаграмма распределения интуитивного потенциала по группам

При этом самый высокий потенциал принадлежит группе № 1, хотя с точки зрения анализа интеграции и симметричной активности полушарий группа 1 показала не самый высокий результат. Вместе с тем различные подходы к оценке результатов по исследованию интуиции позволяет с разных позиций рассмотреть многослойный спектр когнитивных способностей курсантов и выявить их скрытые возможности.

Такой подход к изучению способности курсантов к интуиции имеет то преимущество, что при выработке командного навыка именно интуиты будут играть ведущую роль в выполнении задания, стоящего перед группой.

#### **Вывод.**

Проведено исследование интуитивных способностей курсантов на основе тестирования, показано, что коэффициенты интеграции и симметричной активности полушарий головного мозга для интуитивного интеллекта лежат в диапазоне 0,8–0,9, что согласуется с теоретическим прогнозом.

Установлена корреляция между уровнем сознания интуита и коэффициентом интеграции полушарий; с ростом последнего растет уровень сознания.

Для перезагрузки сознания с целью перехода на новый более высокий уровень интуитивно-интеллектуальный уровень работы полушарий разработан трехступенчатый динамический алгоритм.

#### **Список литературы:**

1. Колесников В.П. Парадигма мышления в культуре образования / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 57-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ; Издательский Дом – Юг, 2018. – 503 с.
2. Колесников В.П. Синтез знаний как основа для культуры образования / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 57-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ; Издательский Дом – Юг, 2018. – 503 с.
3. Энсис Э.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – 194 с.
4. Грошев Р.В. Возникновение и развитие Российской системы подготовки военных кадров до середины XIX века / Р.В. Грошев // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международная научно-практическая конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2021 – С. 145–154.
5. Грошев Р.В. Системные основания создания, развития и функционирования системы военного образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 4-2(4). – С. 157–159.
6. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020.
7. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
8. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.

УДК 37

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНТЕРАКТИВНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ ИНОСТРАННЫХ ОБУЧАЕМЫХ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ: «МЕХАНИКА»



RESEARCH AND DEVELOPMENT OF METHODS  
OF INTERACTIVE EDUCATION OF FOREIGN STUDENTS  
IN THE DISCIPLINE: «MECHANICS»

**Энсис Е.И.**

кандидат психологических наук,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Колесников В.П.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**Терехов В.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище лётчиков  
kvvaul@mail.ru

**До Данг Ха**

Вьетнамская народная республика  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена актуальной проблеме – восприятию, познанию и пониманию иностранными курсантами с восточным менталитетом учебного материала по дисциплине: Механика. В результате исследования ментальных и нейрофизиологических языковых особенностей иностранных курсантов предложена программа-версия для ускоренного образования на основе трехступенчатого алгоритма. Использование трехступенчатого алгоритма позволит исключить внутренний перевод с национального языка на русский язык и повысить эффективность использования учебного времени.

**Ключевые слова:** интерактивное образование, восприятие, познание, понимание, синтез знаний, интуиция.

**Ensis E.I.**

PhD in Psychological Sciences,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Kolesnikov V.P.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Terekhov V.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Do Dang Ha**

Vietnam  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The work is devoted to an urgent problem – the perception, cognition and understanding of foreign cadets with an oriental mentality of educational material in the discipline: Mechanics. As a result of study of mental and neurophysiological language features of foreign cadets, a program version for accelerated education based on a three-step algorithm is proposed. The use of three-step algorithm will eliminate internal translation from the national language into Russian and increase the efficiency of the use of study time.

**Keywords:** interactive education, perception, cognition, understanding, synthesis of knowledge, intuition.

**1. Раскрытие интеллектуальных потенциалов и особенностей восприятия иностранных курсантов с учетом восточного менталитета на основе мультимедийной культуры образования и «подготовительного алгоритма».**

В связи с трудностями перехода образования иностранных курсантов юго-восточной Азии с родного языка на русский язык, было проведено исследование для изучения этой проблемы.

При совершенствовании учебного процесса преподаватель должен учитывать противоречие в восприятии учебной темы на русском языке и на их родной речи [1]. Так как речь является национальным феноменом и носителем культуры, то преподаватель, осознавая «работу слова» в контексте дисциплины, должен уметь использовать не

только профессиональные знания, но и в процессе коммуникации с аудиторией учитывать особенности восприятия темы иностранными курсантами [2].

На первом этапе обучения нами предлагается использовать современный аудиовизуальный метод, как средство аудиторной коммуникации. Этот метод позволяет преподавателю предложить мультимедийное обучение в виде: диа-, кино-, телефильмы, доступные для их начального восприятия [3].

Для этого преподаватель активно вовлекает курсантов в учебный процесс в соответствии с их уровнем знаний, и помогает им не только понять особенности русского языка, но и быстрее овладеть им. Чтобы постичь иноязычную особенность русской речи и ее смысл был выявлен нейрофизиологический механизм внутреннего перевода текста с русского языка на родной. Этот метод позволяет преподавателю:

- 1) создать на занятии коммуникативную среду;
- 2) увеличить и закрепить вербальные возможности иностранных курсантов;
- 3) адаптировать курсантов к использованию профессиональной лексики;
- 4) совершенствовать построение многосложного ответа и постигать диалог речи.

Но иностранному курсанту для понимания смысла воспринятой речи преподавателя ещё необходимо время и для внутреннего перевода речи с родного языка на русский. Поэтому, постигая смысл услышанного, курсант формирует ответ и затрачивает дополнительное время на это. Особенность такого ментального конструирования в сознании иностранного курсанта составляет для него трудность в вербализации ответа, и медленное речевое поведение при ответах приводит к неэффективному использованию учебного времени.

В начале обучения для преодоления этих препятствий нами предлагается использовать экранные средства с речевым текстом и наглядную учебную доску для подачи графической информации в виде диаграмм, схем и формул.

Введение в учебный процесс предлагаемой аудиовизуальной культуры дает возможность сделать иностранному курсанту первый шаг к овладению понятийностью на русском языке. Мы считаем, что использование этого приема даст ориентир для второго шага – развитию понимания темы на русском языке с овладением её смысла. Такое содержание обучения является основой для разработки методики по организации взаимодействия преподаватель-курсант, что позволит преподавателю сформировать «подготовительный алгоритм» для обучения иностранных курсантов [4].

«Подготовительный алгоритм» состоит из следующих шагов:

- 1) познание принципа понятийности;
- 2) понимание значения восприятия;
- 3) ментальное конструирование мысли;
- 4) внутренний перевод;
- 5) вербализация ответа.

## **2. Методологический принцип применения «переходного алгоритма» для ускорения образования курсантов и развития навыков ментального инжиниринга и вербализации русской речи.**

Так как восприятие и структурирование мышления происходит на основе нейрофизиологических связей аксонов в нейросети головного мозга, то следует учитывать, что в процессе взросления и становления иностранных курсантов как личностей, формируется сознание и мышление на родном языке по восточному генотипу. За это отвечают «зеркальные» нейроны как основные нейромедиаторы восприятия, отвечающие за следующие реакции: подражание, копирование, понимание и развитие речи.

Динамический переход с родной речи на русский язык вызывает переформатирование аксонных связей и перестройку физиологических особенностей артикуляции для вербализации посредством русской речи.

Учитывая нейрофизиологические особенности иностранных курсантов и понимая принцип их мышления, мы предлагаем новый методологический принцип для составления комплексного трехступенчатого алгоритма, что позволит сформировать динамическую систему образования личности в интерактивном пространстве аудитории, чтобы поэтапно направить образовательный процесс от понятийного до творческого для развития интуитивного мышления. Это важное направление в образовании будет



представлять собой совокупность аудиовизуальных средств, информативной графики и теоретических положений для ментального конструирования мысли на родном языке и вербализации ее русском языке. Теоретические знания будут закреплены на практических занятиях при помощи краткого словаря с прямым и обратным языковым переводом. Этот материал готовит преподаватель в соответствии с темой учебного занятия. Он закрепляет тему при помощи этого словаря согласно ранее разработанной методике: блиц-вопрос и блиц-ответ. Далее он, признавая способность курсанта к выражению материала на русском языке, оценивает его ответ с учетом понимания смысла, что является важным условием для восприятия предмета и возникновения в нем потребности к речевому высказыванию.

Актуальность работы с иностранными курсантами обусловлена также применением метода синтеза знаний, на базе междисциплинарных знаний, что позволит считать данное исследование инновационным [5–7].

Предложенная методическая модель для совершенствования восприятия синтеза знаний иностранными курсантами обеспечит преподавателю сделать специфический отбор видео- и аудио материалов, средств трансляции при помощи словаря, а также приема использования блиц-вопроса и блиц-ответа уже без внутреннего языкового перевода на основе интуитивного мышления [8].

Такая комплексная система динамического перехода от обучения с использованием перечисленных механизмов обучения позволит иностранному курсанту образованию без использования внутреннего перевода применить следующий метод формирования восприятия:

- 1) приобщение иностранных курсантов к аудиовизуальной культуре образования через разработанный курс по дисциплине с применением подготовительного алгоритма;
- 2) реализация синтеза наук через аудио- и видео- средств междисциплинарных связей;
- 3) отбор материалов, стимулирующих у курсантов потребность в создании речевого ответа и ментального конструирования на основе творческого процесса;
- 4) создание условий для разных видов речевой деятельности: чтение, повторение, написание формул, графические модели, использование тематического словаря для речевого закрепления.

Формирование нового восприятия у иностранных курсантов на основе совершенствования нейрофизиологических связей позволит преподавателю не только реализовать их профессиональные знания фундаментальных основ, но и решить для своей педагогической компетентности следующие научно-исследовательские задачи:

- 1) умение применить «начальный алгоритм» обучения для усвоения понятий;
- 2) умение использовать «переходной алгоритм» обучения для детализации восприятия на русском языке;
- 3) умение закрепить знания посредством использования «завершающего алгоритма» чтобы сформировать образное мышление на основе интуиции;
- 4) помочь осмыслить и вербализовать тематический материал.

На основе изучения и применения «начального алгоритма» мы предлагаем для формирования нового восприятия «переходной алгоритм».

«Переходной алгоритм» необходим для перехода обучаемого от пассивного восприятия к активному восприятию.

Основными шагами для внедрения переходного алгоритма в процесс обучения являются:

- 1) осознание преподавателем необходимости концепции формирования нового восприятия.
- 2) моделирование процесса обучения при помощи графических приемов и образного представления об изучаемом предмете;
- 3) поиск языковых средств для вербализации при помощи словаря;
- 4) анализ и поиск смыслов, не имеющих переводов;
- 5) интуитивное постижение темы.

Предложенная программа-версии «переходного алгоритма» представляет собой пять шагов динамического восприятия, которое будет способствовать творческому

объединению родного языка с русскими языковыми средствами, что будет стимулировать и мотивировать речевую деятельность. А применение метода синтез знаний в «переходном алгоритме» применяется как специфическое средство обучения русскому языку для того, чтобы стать базовым средством для приобщения иностранных курсантов к научно-исследовательской работе [9].

При этом преподаватель должен сформировать не только тематический словарь перевода, но и предложить сценарий учебного занятия с учетом индивидуального восприятия материала курсантами в соответствии с уровнем их интеллектуальной восприимчивости.

### **3. Формирование «завершающего алгоритма» с учетом интеллектуальной восприимчивости и природных данных иностранных курсантов для совершенствования русского языка.**

Учитывая природную способность курсантов к восприятию языка и наработку активного восприятия согласно «переходному алгоритму» предлагается внедрить «завершающий алгоритм» для углубленного понимания русского языка и его свободным владением [10].

На основе изучения восточного менталитета и его восприятия знаний общего к частному мы определили препятствия в понимании ими русской речи, а также формирования мышления русского человека от частного к общему. На основе этого была разработана программа-версия «завершающего алгоритма». Если программная модель версии учитывала эффективность использования времени на обрат ментальной конструкции и трудностей вербализации иностранного курсанта, то переходной алгоритм составлялся с учетом понимания смысла заданной учебной темы на основе творческих начал с желанием вербализовать освоенный материал. Посредством переходного алгоритма преподаватель воспитал активное восприятие и мотивацию для осмысленной вербализации, где затрачивается время на частичный перевод. Использование тематического словаря при переходном алгоритме расширяет словарный запас слов и способствует развитию образного мышления.

Эти базисные основы алгоритмов позволяют смоделировать «завершающий алгоритм», состоящий из следующих этапов:

- 1) осознание русского менталитета и национальной культуры;
- 2) фонетическое осмысление русского языка и его транслитирование;
- 3) познание языка, как души народа;
- 4) сравнительный фонетический анализ для формирования ассоциативного мышления как дополнительного механизма для вербализации;
- 5) использование творческого метода интуиции для эффективного использования учебного времени.

#### **Вывод.**

Введение в учебный процесс предлагаемой аудиовизуальной культуры даст возможность осуществить иностранному курсанту первый шаг к овладению понятийностью на русском языке, что приведет к развитию понимания изучаемой темы

На основе исследования ментальных и нейрофизиологических языковых особенностей иностранных студентов предложена программа-версия для ускоренного образования на основе трехступенчатого алгоритма

Использование трехступенчатого алгоритма позволит внедрить предложенную методику в учебный процесс для исключения внутреннего перевода с национального языка на русский язык, что повысит эффективность использования учебного времени.

#### **Список литературы:**

1. Азимов Э.Г. Теория и практика использования компьютерных программ преподавания русского языка как иностранного / Э.Г. Азимов. – М. : ИУЦ ГИРЯз им. А.С. Пушкина, 2000. – 149 с.
2. Бриченкова Е.С. Прецедентное высказывание как объект лингвокультуроведческого комментария на уроках РКИ / С. Бриченкова // Русский язык за рубежом. – 2007. – № 3. – С. 72–75.
3. Ковшиков В.А. Психолингвистика, теория речевой деятельности / В.А. Ковшиков, В.П. Пухов. – Изд. Электронной библиотеки FictionBookLib, ЛитРес, 2009.

4. Энсис Э.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – 194 с.
5. Колесников В.П. Синтез знаний как основа для культуры образования / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 57-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ; Издательский Дом – Юг, 2018. – 503 с.
6. Колесников В.П. Синтетический метод развития восприятия в процессе обучения / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 570 с.
7. Колесников В.П. Синтез знаний как метод воспитания стратегического мышления / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е.Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 588 с.
8. Грошев Р.В. Изменения в учебном процессе высших военных учебных заведений Военно-воздушных сил Российской Федерации (1992–2002 гг.) / Р.В. Грошев // Вестник Екатеринбургского университета. – 2006. – № 2(34). – С. 22–26.
9. Ляховец А.С. Специфика образовательного пространства малых городов / А.С. Ляховец, Р.В. Грошев // Социальная политика и социология. – 2011. – № 6(72). – С. 102–110.
10. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. 2020. – Краснодар, 2020.

УДК 001.895

## КОНЦЕПЦИЯ ПОНИМАНИЯ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ГЕРМЕНЕВТИКЕ



### THE CONCEPT OF UNDERSTANDING IN PEDAGOGICAL HERMENEUTICS

**Пригодина А.Г.**

кандидат педагогических наук,  
доцент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
zvezdochka\_11.01@mail.ru

**Пустовитова Е.С.**

студентка,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
zvezdochka\_11.01@mail.ru

**Аннотация.** В статье авторами сформулированы общие положения понимания текста, которые, по существу, и представляют собой педагогическую концепцию понимания. Обоснована необходимость обращения современной педагогики к герменевтике.

**Ключевые слова:** педагогика, герменевтика, понимание, концепции понимания, рефлексивные процессы.

**Prigodina A.G.**

PhD in Pedagogical Sciences,  
Assistant Professor,  
Kuban State Technological University  
zvezdochka\_11.01@mail.ru

**Pustovitova E.S.**

Student of group 21-PB-CM1,  
Kuban State Technological University  
zvezdochka\_11.01@mail.ru

**Abstract.** In the article, the authors formulated the general provisions of the understanding of the text, which, in essence, represent the pedagogical concept of understanding. The necessity of applying modern pedagogy to hermeneutics is substantiated.

**Keywords:** pedagogy, hermeneutics, understanding, concepts of understanding, reflexive processes.

Ключевыми категориями педагогической герменевтики являются «осмысление», «понимание», «интерпретация». Вместе с тем, обращая внимание на современный опыт профессионального и общего образования, нетрудно прийти к выводу, что этот опыт, к сожалению, наделен тенденциями, которые обобщённо обозначаются понятиями «накопление», «передача», «формирование». В этих понятиях воплощаются мировоззренческие установки, которые характеризуют технократический и естественнонаучный стили мышления. Это привело к тому, что герменевтика стала востребованной как теория и практика понимания и толкования гуманитарных феноменов, которые были введены для «трансляции культуры». Если рассмотреть понятие «трансляция культуры» более пристально, то обнаружится его внутренняя противоречивость, так как культуру нельзя передать, она возвращается.

Еще в истоках методологии педагогики дореволюционного и советского периодов о герменевтическом подходе было заявлено как о проблеме образования. Исторические корни герменевтического подхода можно обнаружить в форме мировоззренческих обычаев, которые сложились в университетской и духовной отечественной педагогике XIX века.

Понимание, являясь ключевой категорией герменевтики, обладает текстовой природой и, следовательно, взаимосвязано с феноменом чтения как ценностью культуры. В качестве объекта герменевтики, рассматриваемой как методология гуманитарного познания, выступает человек, который включён в социальные культурные связи, в качестве предмета герменевтики выступает текст как механизм, который управляет процессом понимания, и как явление гуманитарной культуры. Основой феномена чтения является понимание культуры, которая сопровождается высокими по качеству изменениями сознания личности. Так ключевые положения «Национальной программы поддержки и развития чтения», называют процесс чтения одним из самых существенных способов постижения обыденного и профессионального знания, т.е. базовой социально-значимой информации. Если совершенствования института чтения, а также повышения читательской культуры, которая является ядром социальной осведомленности личности, не будет происходить, то культурно-социальная модернизация образования и его гуманитаризация будут невозможными.

Естественно поставить вопрос, существует ли угроза того, что сознание будет становиться формальным, а мышление основываться на стереотипах, попадая под власть новых штампов и трафаретов.

А.Ф. Закирова отмечает, что в профессиональной подготовке преподавателей происходит своего рода изменение духовной составляющей педагогической профессии, это связано с влиянием, которое оказывает складывающаяся в настоящее время киберкультура [2]. Так, совершенно противоположны последствия наращивания темпов «переработки» учебного материала и увеличения его объемов. С одной стороны, это является благом, так как представляет собой количественный показатель рационализации учебной деятельности. А с другой стороны, тормозится процесс развития гуманитарного мышления и человеческого сознания педагога, так как происходит подмена рефлексивного «проживания» психолого-педагогического знания и творческого смыслообразования ускоренным потреблением информации. Вследствие этого, знаки, которые являются воплощением содержания педагогического образования, очень часто отделяются от смыслов.

Заметим, что в настоящее время ещё не в полной мере изучены и пока мало применяются обучающие процедуры и методы, которые построены «на стыке» новых информационных технологий и гуманитарного знания [1]. Сложившаяся ситуация показывает, что педагогическая герменевтика, во-первых, призвана справиться с последствиями идеократического подхода, которые проявляются в виде репрессивного разума читателя, во-вторых, её обязанностью является нейтрализация издержек технократического подхода и тенденций форматизации мышления при сохранении человеческого характера взаимодействия с культурой.

При этом в качестве наиболее успешного направления выступает изучение целостной гипертекстовой природы понимания информации, а также совершенствование на этой основе общих механизмов смыслового образования, актуализация мировоззренческого и развивающего потенциала нового информационного пространства.

Поэтому нарастает необходимость обращения современной педагогики к герменевтике. Это вызвано также наличием противоречия: многие педагоги совмещают реальное осуществление гуманистической концепции образования со склонностью основывать свою деятельность на смысловых трафаретах и уже готовых мыслительных схемах. Данная установка отражает утилитарный подход к освоению общекультурного и профессионального опыта, который препятствует полноценному изучению человеческой индивидуальности.

Итак, под педагогической герменевтикой понимается практика и теория (искусство и наука) интерпретации и объяснения педагогических знаний, которые зафиксированы в текстах разного жанра, целью которых является наиболее глубокое осознание и полное понимание знаний. При этом необходимо учитывать социально-культурные традиции, рефлексивное осмысление духовного и эмоционального опыта всего человечества, а также индивидуального внутреннего опыта субъекта понимания. В связи с этим в настоящее время герменевтике уделяется внимание как науке о методологии гуманитарного освоения феноменов культуры, основывающейся на идее воздействия механизмов толкования и чтения культурных текстов на разум человека в целом, на всевозможные способы его миропонимания и мышления, а также на такие виды деятельности как моделирование, прогнозирование, диагностику, проектирование и педагогическое общение [3].

Результатом философского осмысления проблем современного образования В.И. Андреевым были выделены стратегии образования, воспитания и творческого саморазвития, обладающие философско-педагогическим характером (метапринципы). К данным метапринципам он отнес антропологический, культурологический, аксиологический, герменевтический и гуманистический. По мнению ученого, огромную ценность для педагогики представляет герменевтический метапринцип, и именно поэтому он возлагает большие надежды на герменевтику, которая даст возможность целостному пониманию культурных общечеловеческих ценностей.

Благодаря тому, что в педагогике было выделено герменевтическое направление, стало необходимым специальное осмысление данного феномена на основе кон-

цепций, которые сложились в современной психолого-педагогической науке, среди которых были выделены:

- 1) культурно-историческая теория Л.С. Выготского;
- 2) психологическое учение о взаимосвязях сознания и языка А.Р. Лурии;
- 3) теоретическое обоснование единства деятельности и сознания С.Л. Рубинштейна;
- 4) богатейшее отечественное и мировое гуманистическое философское наследие: идеи Н.А. Бердяева, Х.-Г. Гадамера, В. Дильтея, А.Ф. Лосева, П. Рикёра, П.А. Флоренского, Ф. Шлейермахера, Г.Г. Шпета, М. Хайдеггера;
- 5) идеи М.М. Бахтина, направляющие на полифонический и диалогический нрав человеческого бытия, на доброту и благодность эстетической точки зрения на человека, которые приобрели редкое и особое значение для разработки интерпретационных герменевтических проблем педагогики;
- 6) идеи о межрелигиозном герменевтическом диалоге как концепции, которая воспринимает религиозные тексты как источник культурного богатства, при этом, не обращаясь непосредственно к ним.
- 7) принцип соединения онтологического и гносеологического планов понимания текстов содержания образования, обобщение рациональных объяснений и интуитивных постижений;
- 8) принцип объединения рефлексивного и проективного начал смыслового творчества, которое интегрирует понимание с самопониманием, познание мира с самопознанием и погружает в контекст частной жизни;
- 9) принцип, синтезирующий контексты науки, жизненного опыта и культуры интерпретатора, вследствие чего происходит субъективное личностное осознание общекультурных смыслов;
- 10) принцип, направляющий на учёт временного фактора при осмыслении содержания образования. Вследствие этого происходит истинное познание культуры, в то время, когда она органично включается в систему собственного жизненного опыта обучаемого и его миропонимания.

Процесс понимания, подчиняющийся правилу циркулярности, выступает в качестве продуктивного движения мысли по расширяющемуся кругу. При этом, входя в герменевтический круг, нужно учитывать диалектику целого и части, смысла и значения, интуитивного понимания и рационального объяснения, «вживания» и познания, веры и знания, субъективного и объективного, что будет способствовать глубине овладения гуманитарными явлениями.

Благодаря приему деконструкции научных и учебных текстов, происходит дополнение методического инструментария педагогической герменевтики. Данный прием способствует определению профессионально и личностно значимых смысловых связей, которые дидактически ценны для воспитания читательской культуры студентов.

Герменевтический подход к осмыслению педагогической реальности противостоит обезличиванию знаний о человеке и их меркантилизации, противодействует угрозе «технологического террора» в системе образования. Поэтому ключевой идеей педагогической герменевтики является идея развития самосознания человека в процессе интерпретации и чтения культурных, в том числе научных, текстов, гуманитаризация его миропонимания и мышления.

Проблема понимания – это проблема комплексная, относящаяся к общей и педагогической психологии, социальной психологии и психолингвистике, что важно в общении, обучении и профессиональной деятельности. Исследованию процесса понимания посвящено большое число работ в российской и зарубежной психологии. А в последнее время эта проблема приобрела особую актуальность, потому что стало необходимым глубоко понимать большое количество информационных источников. С пониманием напрямую связан вопрос о прочности знаний, увеличении самостоятельности и активности усвоения прочитанного материала учащимися и студентами, так как только так могут вырабатываться устойчивые знания. Много работ советских психологов посвящено проблеме понимания, что свидетельствуют о том, что эта проблема важна и недостаточно изучена.

Г.С. Костюк, А.А. Смирнов, А.Н. Соколов и другие исследователи рассматривают понимание как опосредствованный аналитически-синтетический процесс, включающий в себя «смысловые вехи» и соединение их в единое целое. По словам Г.С. Костюк, понимание – это своеобразный процесс мышления, который направлен на разъяснение задач, которые стоят перед личностью. При этом понимание не стоит рассматривать как какой-то специальный, обособленный от мышления процесс. Анализ подготавливает понимание, когда же происходит его возникновение, понимание представляет собой синтез, соединение всех частей в единое целое. Так, например, Л.П. Добраев под пониманием подразумевает осознание продуктов обобщенного и опосредствованного выражения связей. Л.П. Добраевым было предложено устанавливать различия между пониманием как процессом и пониманием как результатом познавательных процессов. Оригинальные точки зрения на процесс понимания встречаем в трудах Н.И. Жинкина, А.Р. Лурия и других ученых. Они считают, что понимание иностранных текстов, художественной литературы, научных и учебных текстов является специфическим процессом, который во многом отличается от понимания объектов, картин, свойств личности. Спецификой процесса понимания текста является осуществление сложной работы, вследствие которой происходит выделение основной мысли из развернутого сообщения. Затем воспринимаемое сообщение сжимается во внутренней речи до определенного комплекса смыслов, что осуществляется за счет компрессии данного сообщения до смысловой темы, являющейся своеобразным внутренним кодом, эквивалентным содержанию воспринимаемого текста. Данная мыслительная переработка текстовой информации способствует формированию у читателя отдельной модели текста, представляющей собой сжатое до «тематических смысловых точек» образование или смысл воспринятого.

Таким образом, понимание – это сложный процесс, включающий в себя не только стадии, но и различные его ступени и уровни. А.А. Смирнов разработал в психологии наиболее общую теорию уровней понимания [4]. Он считает, что основной характеристикой уровней понимания является его глубина, то есть то, «до какого порядка сущности проникает наша мысль в процессе понимания». «От начальной ступени, – считает А.А. Смирнов, – где мы выделяем в предмете не какую-либо одну сторону и, причем несущественную для него, а некоторый случайный признак, мы переходим к более высоким уровням понимания, вскрывая различные стороны предмета, более существенные для него, выявляя более разнообразные связи его с другими предметами, явлениями реального мира». А.А. Смирнов считает, что в понимании следует выделять семь ступеней, которые различаются своей глубиной.

Первая ступень заключается в том, что познаваемый предмет следует относить к самой общей категории. Вторая ступень относит предмет или явление к общей категории хорошо известных предметов. На третьей ступени происходит выделение характерных особенностей в познаваемом предмете с помощью сравнения. Четвертая ступень предполагает переход от восприятия в целом к открытию смысла отдельных частей явления или предмета и к осмыслению их взаимосвязи посредством синтеза, анализа, обобщения и индивидуализации, абстрагирования и конкретизации. На пятой ступени с помощью индукции и дедукции устанавливаются причинно-следственные связи. Шестая ступень устанавливает логические связи между осмысливаемыми явлениями. На седьмой ступени происходят действия людей, а также выясняются мотивы этих действий.

А.А. Смирнов считает, что отличия в уровнях понимания не исчерпываются глубиной понимания. Вторая характеристика уровней понимания – отчетливость. Именно она определяет динамику понимания на каждом уровне. Данную динамику А.А. Смирнов подразделяет на четыре стадии: первая – предварение понимания; вторая – смутное понимание; третья – субъективное понимание, которое уже достигнуто, но пока еще не сформулировано в словесной форме; четвертая – понимание, когда воспринятая информация сообщается другому лицу в словесных выражениях.

Исследование глубины понимания учебного текста является одной из существенных для настоящего времени проблем педагогической психологии. Данная проблема очень связана с вопросами диагностики и развития понимания в обучении. Мно-

гие исследователи считают, что необходимо обучать специальным приемам понимания текста. Известно, что активная мыслительная деятельность обучаемых пробуждается приемом проблемности, и благодаря этому появляется положительная мотивация к чтению. Наиболее общим приемом является методика постановки познавательного вопроса и решения текстовой проблемной ситуации. Под текстовыми проблемными ситуациями понимаются ситуации, когда вопрос скрыт. Процесс понимания возникает при обнаружении и самостоятельной постановке вопроса, а заканчивается поиском и нахождением ответа. Таким образом, психолог Л.П. Добраев полагает, что в качестве основного приема понимания текста следует считать метод, когда происходит постановка вопроса и поиск ответа.

Опираясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что понимание текста представляет собой активную многоуровневую, разностороннюю познавательную деятельность, ядром которой является взаимодействие когнитивных и рефлексивных процессов. Данные процессы направлены на определение смысловых связей между базисными знаниями, которые уже имеются в опыте читателя, и новой для него информацией. Благодаря этой связи происходит раскрытие сущности предметного содержания текста, его смысла, а также познается реальная действительность, которая отражается в тексте, обогащается опыт обучающегося.

#### **Список литературы:**

1. Данович Л.М. Этапы проектирования педагогических программных продуктов / Л.М. Данович, Т.Л. Шапошникова // *Фундаментальные исследования*. – 2008. – № 5. – С. 53–54.
2. Закирова А.Ф. Введение в педагогическую герменевтику : учеб. пособие. – Екатеринбург : Сократ, 2000. – 64 с.
3. Пичкуренко Е.А. Инновационные технологии в преподавании математики / Е.А. Пичкуренко, А.Г. Пригодина, Л.М. Данович. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 2021. – 186 с.
4. Смирнов А.А. Проблемы психологии памяти. – М., 1966. – 168 с.



УДК 37.01

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ  
СМАРТ-ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ



PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT AND  
FORMATION OF SMART EDUCATION AT THE UNIVERSITY

**Чумак П.В.**

кандидат технических наук,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
chumak1987@mail.ru

**Чумак И.А.**

магистрант,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
chumak1987@mail.ru

**Терехов В.В.**

студент,  
Кубанский государственный  
технологический университет  
mitya.ivanov.2015@gmail.com

**Аннотация.** Статья посвящена вопросу повышения уровня эффективности работы преподавателей со смарт-технологиями, рассматриваются этапы проведения обучения преподавателей по применению смарт-технологий в учебном процессе, отмечается необходимость развития готовности преподавателей в работе с инновационными технологиями обучения, уделяется внимание формированию цифровых компетенций преподавателей. Актуализируются основные вопросы, связанные с необходимостью изменения подходов к обучению связанным с цифровыми технологиями и смарт-устройствами в условиях становления смарт-образования. Приводится описание основных компонентов методических систем. Указывается подход к проектированию результативно-целевого компонента на основании нормативной модели деятельности и современных представлениях о цифровой и профессиональной компетентности в области смарт-технологий.

**Ключевые слова:** смарт-технологии, смарт-компетентность, смарт-образование, цифровизации общества, компетентностно-ориентированное обучение, познавательная деятельность, мотивация, дидактическая модель.

**Chumak P.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Kuban State Technological University  
chumak1987@mail.ru

**Chumak I.A.**

Master's Student,  
Kuban State Technological University  
chumak1987@mail.ru

**Terekhov V.V.**

Student,  
Kuban State Technological University  
mitya.ivanov.2015@gmail.com

**Abstract.** The article is devoted to the issue of increasing the level of efficiency of teachers with smart technologies, the stages of teaching teachers on the use of smart technologies in the educational process are considered, the need for the development of teachers' readiness to work with innovative learning technologies is noted, attention is paid to the formation of digital competencies of teachers. The main issues related to the need to change approaches to learning related to digital technologies and smart devices in the context of the formation of smart education are being updated. The main components of methodological systems are described. The approach to the design of the effective-target component is indicated on the basis of the normative model of activity and modern ideas about digital and professional competence in the field of smart technologies.

**Keywords:** smart technologies, smart competence, smart education, digitalization of society, competence-based learning, cognitive activity, motivation, didactic model.

**И**нтеграция информационно-компьютерных технологий во все сферы жизнедеятельности современного человека и общества в целом, требует от каждого специалиста владения навыками работы с новыми технологиями. Готовность к использованию информационно-компьютерных технологий в профессиональной деятельности становится важнейшей компетенцией любого специалиста, в том числе и преподавателя высшей школы.

На сегодняшний день одними из самых современных инновационных информационных технологий являются смарт-технологии в образовании. Слово «смарт - smart» в переводе с английского означает «умный». Когда говорят о смарт, речь идет о парадигме развития и становления нового, умного общества [5].

Смарт-технологии включают в себя технологии применения огромного разнообразия таких средств обучения, как: интерактивная доска, программное обеспечение, документ-камера, система контроля знаний учащихся. Уникальность смарт-технологий состоит в том, что все средства базируются на единой информационной образовательной платформе [1].

Моделирование учебного процесса на основе применения смарт-технологий, как показывает уже имеющийся инновационный педагогический опыт, расширяет возможности всех участников образовательного процесса, отвечает потребностям обучающихся, повышает мотивацию познавательной деятельности, способствует оптимизации педагогической и образовательной деятельности.

Важным моментом в педагогической деятельности современного преподавателя является своевременное применение вновь появляющихся информационных технологий. Однако структура современного педагогического образования, в силу его достаточно жесткой регламентации требованиями ФГОС ВО, не в полной мере обеспечивает реализацию задачи своевременного отражения в содержании обучения вновь появляющихся цифровых технологий. Существует также проблема с обновлением аппаратного обеспечения и непрерывным повышением квалификации педагогов, обусловленным высокой скоростью обновления компьютерной техники и программного обеспечения [4].

На данный момент необходимость изменений в сфере высшего профессионального образования обусловлена рядом ключевых факторов, подтверждаемых как постоянными обновлениями нормативно-правовой базы системы образования России, так возросшим количеством научно-методических публикаций, тематикой научно-педагогических мероприятий и общими тенденциями развития информационного общества [5]. Поиск и научное обоснование адекватных подходов к проектированию и реализации образовательного процесса на различных ступенях образования в соответствии с Концепцией развития образования в России на 2020–2025 годы года, очевидно, представляется задачей чрезвычайно актуальной в целом. Необходимость изменений в подготовке преподавателей в области смарт-технологий является важной подзадачей для достижения уровня экономического и социального развития, соответствующего статусу России как ведущей мировой державы XXI века, занимающей передовые позиции в глобальной экономической конкуренции [3]. На данный момент все большую популярность в научно-педагогическом сообществе приобретает парадигма смарт-образования. Уже сегодня, очевидно, что под влиянием процессов цифровизации общества существенно изменяются требования к специалистам в различных областях [4].

Концепция информационного общества предполагает, что в новом, Цифровом мире, количество людей, занятых в информационной сфере будет возрастать, а интеллект, способность и готовность к эффективной информационной деятельности и коммуникации будут определять их конкурентоспособность. Условия жизни и профессиональной деятельности современных людей характеризуются с концептуальных позиций смарт-общества – повсеместное проникновение информационных технологий во все сферы деятельности человека, основанной на них и активно развивающейся в следствии. Цифровой революции глобальной коммуникационной среды, доступность информации и постоянный доступ к информационным ресурсам и услугам.

«Электронные» (с приставкой e-) виды деятельности сегодня – неотъемлемая часть ежедневной активности [2]. Электронные: платежи, деньги, банкинг, коммерция, медицина, социальные технологии (файндрайзинг, нетворкинг), обучение (e-learning, m-learning), государственные услуги и прочее – уже реалии, в которых современный человек существует [5]. Специалистам сферы образования необходимо ориентироваться в передовых достижениях как в сфере профессионально-ориентированных смарт-технологий, так и в психолого-педагогических методиках, создаваемых на их основе; возникающих новых видах и задачах профессиональной деятельности, и эффективных способах их решения. Под влиянием указанных выше факторов сама профессиональная деятельность будет осуществляться в постоянно и неопределенно изменяющихся условиях, то есть нельзя будет достоверно прогнозировать какими именно способами деятельности необходимо, будет овладевать для сохранения профессионального статуса и конкурентоспособности. В частности, для работников образования будет требоваться способность и готовность к горизонтальной или вертикальной профессиональной мобильности, качества для деятельности в постоянно изменяющихся требованиях

социального заказа и нормативной базы. Для поддержания актуального уровня профессиональной компетентности необходимо будет постоянно и, в большей степени, самостоятельно заниматься собственным профессиональным развитием. Чтобы сформировать импульс такой направленности в вузе необходимо создавать условия, способствующие фиксации схемы поведения непрерывного самообразования.

Проведя анализ существующей образовательной практики, образовательных программ дисциплин направленности на смарт-технологии, актуальных нормативных документов, можно зафиксировать ряд противоречий [6].

Во-первых, между нормативными требованиями государственной политики в сфере образования, отраженными в непрерывно обновляемых федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) и утвержденных Профессиональных стандартах, регламентирующими реализацию компетентностного и системно-деятельностного подходов к формированию рабочих программ дисциплин направленности на смарт-технологии и продолжающим существовать в практике традиционным (содержательным) подходом.

Во-вторых, между необходимостью изменения результативно-целевой модели дисциплин информационно-технологической направленности с учетом теоретических представлений и современных концепций в русле «навыков XXI века» – цифровой и профессиональной смарт-компетентности и сохраняющейся направленностью таких дисциплин на овладение студентами отдельными программными и аппаратными средствами смарт-технологий. Наконец, между необходимостью создания условий для формирования личностных смыслов, мотивов и индивидуальной позиции по отношению к формируемым в рамках информационно-технологических дисциплин образовательным результатам (компетенциям) и ограниченными возможностями существующих средств методического обеспечения (задания репродуктивного характера, отсутствие инструментов для самооценки и фиксации индивидуального прогресса).

На основании выделенных противоречий проблема заключается в поиске научно-обоснованного ответа на вопрос: каковы должны быть особенности методических систем курсов смарт-технологий для преподавателей, обеспечивающие формирование минимально необходимого уровня цифровой и профессиональной смарт-компетентности в соответствии с нормативными требованиями стандартов? Для решения указанной проблемы было предположено, что обеспечить формирование минимально необходимого уровня цифровой и профессиональной смарт-компетентности будущих выпускников вузов в аспектах применения современных смарт-технологии в соответствии с интегрированными требованиями ФГОС и Профессионального стандарта можно, если спроектировать и реализовать методическую систему смарт-технологии обучения, которая бы характеризовалась следующими особенностями [4].

В первую очередь, в своей структуре содержит 4 взаимосвязанных компонента: результативно-целевой, содержательный, технологический и диагностический и основана на результативно-целевой модели, спроектированной в соответствии с системно-деятельностным, компетентностным и личностно ориентированным подходами, содержательно учитывает нормативные представления о профессиональной деятельности будущих специалистов (табл. 1, 2).

**Таблица 1** – Структура методической системы смарт-технологии обучения

Диагностический компонент	<b>МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА</b>	Результативно-целевой компонент
Технологический компонент		Содержательный компонент

**Таблица 2** – Особенности проектирования результативно-целевого компонента

ФГОС 3+	ФГОС 3++	Профессиональный стандарт
Представление о профессиональной деятельности		
Результативно-целевой компонент		
Цели и задачи применения смарт-технологий		
Смарт-общество		
Цифровая революция		Тенденции развития смарт-технологий

Во-вторых, на процессуальном уровне в составе технологической подсистемы целенаправленно реализует виды деятельности по решению проблемных задач, включающих этапы осмысления, активного действия, рефлексии. При этом в составе диагностического компонента содержит компетентно-ориентированные задания, выявляющие уровень цифровой и профессиональной смарт-компетентности, учитывая аспекты: аксиологический, когнитивный, деятельностный, рефлексивный (табл. 3).

**Таблица 3** – Структура компетенции как образовательного результата

РЕФЛЕКСИВНЫЙ демонстрируемый уровень самооценки и отношение к полученному опыту		
АКСИОЛОГИЧЕСКИЙ демонстрируемый мотивы и интересы к деятельности	КОМПЕТЕНЦИИ	КОГНИТИВНЫЙ демонстрируемый декларативные и процедурные знания
ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ демонстрируемый умения (владение способами деятельности и навыками)		

Учитывая современные представления о цифровой и смарт-компетентности, и в большей степени, для внесения ясности в употребляемые термины следует внести некоторые уточнения. Под смарт-компетентностью понимается динамическая система качеств обучающегося, проявляющаяся в наличии демонстрируемых убеждений и ценностей, знаний, владение способами решения задач, связанных с использованием цифровых устройств на уровне умений и навыков, понимание ответственности за свои действия, то есть способность индивида уверенно, эффективно, критично и безопасно выбирать и применять цифровые технологии при реализации различных видов деятельности, а также его готовность к такой деятельности. Понятие профессиональной смарт-компетентности как новое качество цифровой компетентности [4].

Особенностью технологического компонента методической системы смарт-технологии для будущих специалистов является то, что в процессе обучения осуществляется последовательное формирование всех компонентов компетенций при организации различных видов учебно-познавательной деятельности: аксиологических (ценностей и смыслов освоенных способов действий для работы и жизни), когнитивных (декларативных, процедурных и метакогнитивных знаний о способах действий), деятельностных (усвоенных и отработанных способов действий до уровня умений или навыков), рефлексивных (способности к самооценке по выявлению индивидуальных дефицитов для осуществления отдельных действий и общего уровня овладения компетенцией).

Содержательный компонент методической системы проектировался в соответствии с моделью деятельности, которая была составлена на основании нормативных представлений о функциях, видах и задачах деятельности субъекта, ее реализующего. Под моделью деятельности с технологической точки зрения понимается специально сконструированный и реализованный дидактическими, организационными и техническими средствами норматив действий и задач субъекта деятельности, проявляемых в организованном и структурированном виде отдельных операций в образовательной среде деятельности. Следует отметить, что для каждой отдельной рабочей программы смарт-технологии модель деятельности конкретизируется в соответствии с направлением и профилем подготовки [5].

Таким образом, установлено, что в условиях, когда смарт-технологии интенсивно развиваются и совершенствуются, нельзя ограничиваться только проведением разовых учебных курсов. Необходимо последующее учебно-методическое сопровождение преподавателей, прошедших обучение смарт-технологиям. Концентрированная форма организации обучения, педагогическое сопровождение самостоятельной образовательной деятельности способствуют повышению эффективности реализации дидактической модели развития готовности преподавателей к работе со смарт-технологиями.

**Список литературы:**

1. Системный подход к самостоятельной работе обучающихся / Ю.А. Савицкий [и др.] // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2019. – № 1. – С. 445–448.
2. Савицкий Ю.А. Современный взгляд на естественно-научную грамотность обучаемых / Ю.А. Савицкий, В.А. Нефедовский, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 405–408.
3. Исаев Г.Р. Требования безопасности полётов к самолётам транспортной категории / Г.Р. Исаев, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 404–407.
4. Нефедовский В.А. Исследование в области развития пространственного мышления будущего военного лётчика / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 2. – С. 226–237.
5. Вешкин С.В. Философия и педагогика как взаимодополнительные формы дискурса и стратегии следования образования / С.В. Вешкин, Р.Р. Черный, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 4. – С. 14–23.
6. Варфоломеева С.В. К вопросу о педагогических технологиях в дистанционном обучении / С.В. Варфоломеева // Гуманитарные и социальные науки. – 2022. – № 1. – С. 132–137.
7. Энсис Е.И. Педагогические условия развития мышления курсантов военных вузов в современном образовании / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2022. – № 5. – С. 150–156.

УДК 336.6

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИЗМЕРЕНИЯ КРЕДИТНЫХ ПОТЕРЬ БАНКОВ



## MATHEMATICAL MODELS FOR MEASURING CREDIT LOSSES OF BANKS

**Медведева В.В.**

бакалавр,  
Кубанский государственный  
аграрный университет  
medvedevav347@gmail.com

**Жучкова В.В.**

кандидат физико-математических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена обзору концептуальных принципов построения математических моделей оценки и измерений кредитных потерь банков. В статье подробно изучены факторы, влияющие на выходные данные моделей. Рассмотрены различные подходы к вычислению значений дисперсии, среднего квадратического отклонения кредитного риска или его стандартного отклонения. Показано, что для оценки и измерения кредитного риска требуется построить корреляционные зависимости между параметрами, которые определяют кредитные убытки. К таким факторам относятся моменты корреляции между дефолтами или рейтинговыми изменениями, коэффициентами потерь при дефолте и рисками как для одного и того же заемщика, так и среди разных заемщиков.

**Ключевые слова:** дефолт, кредит, модель, кредитные потери, оценка, рейтинг, статистические характеристики, среднее значение, стандартное отклонение, ожидаемая частота дефолта, корреляция.

**Medvedeva V.V.**

Bachelor,  
Kuban State Agrarian University  
medvedevav347@gmail.com

**Zhuchkova V.V.**

PhD in Physical  
and Mathematical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the review of the conceptual principles of constructing mathematical models for assessing and measuring credit losses of banks. The article examines in detail the factors affecting the output data of models. Various approaches to calculating the values of variance, the mean square deviation of credit risk or its standard deviation are considered. It is shown that in order to assess and measure credit risk, it is necessary to build correlations between the parameters that determine credit losses. Such factors include moments of correlation between defaults or rating changes, default loss coefficients and risks both for the same borrower and among different borrowers.

**Keywords:** default, credit, model, credit losses, assessment, rating, statistical characteristics, average, standard deviation, expected default frequency, correlation.

**В** начале рассмотрим более подробно определение дефолта. Определение дефолта, применяемое в моделях кредитного риска, не эквивалентно определению, используемому в юридических целях [1–3]. В зависимости от конкретного банковского учреждения кредит может считаться «просроченным», если кредит классифицируется, например как, некачественный; просрочены платежи; кредит переведен в статус «без начисления»; начата процедура взыскания. В моделях кредитного риска кредит или ссуда считается непогашенным, как только он переходит в заранее определенное «наихудшее состояние».

Определение же «наихудшего состояния» также варьируется в зависимости от банковского учреждения, что влияет на относительные показатели дефолта, размер кредитных потерь и, в конечном счете, на значения функции плотности вероятностей кредитных потерь [4]. Сопоставимость оценок кредитных убытков между различными банковскими учреждениями зависит также и от выбора банковских корректировок. Банки могут включать (или не включать) в оценку кредитных потерь, такие расходы, как, например, расходы на урегулирование или текущие расходы.

При разработке математической модели измерения кредитных потерь необходимо учитывать способность модели реагировать на последствия потенциально неблагоприятных кредитных событий. Выбор продолжительности периода планирования существенно влияет на способность модели оценивать последствия таких событий в за-

висимости от состояния – дефолт или не дефолт. Кроме того, при моделировании необходимо учитывать влияние выбранного периода кредитования на выходные данные самой модели.

Большинство банков оценивают кредитный риск в течение одного года [5–6]. Причины, по которым банки выбирают такой период, заключается в удобстве вычислений, а не в оптимизации модели. Обоснованность такого решения зависит от того, действительно ли один год является периодом, в течение которого:

а) может быть привлечен новый капитал для полной компенсации кредитных потерь портфеля;

б) могут быть предприняты действия по снижению риска, такие как продажа кредитов или покупка кредитной защиты, для устранения дальнейших кредитных убытков.

Например, неясно, способна ли модель типа дефолта с годовым периодом планирования достаточно точно оценивать рискованность портфеля многолетних займов. Чтобы повысить чувствительность модели дефолта к различиям в сроках, банки иногда применяют специальные корректировки. К таким корректировкам относят вычисление частоты возможного дефолта EDF [7] в течение всего срока погашения кредита. Например, вычисление частоты возможного дефолта на один год для годового кредита, вычисление частоты возможного дефолта на два года для двухлетней ссуды и так далее. Однако, проблема заключается в том, что корректировки такого рода могут привести к внутренним несоответствиям в рамках моделирования, поскольку многолетние частоты возможных дефолтов могут использоваться в сочетании с корреляциями потерь, рассчитанными на основе годового периода.

Очевидно, что при оценке способности моделей соответствовать различным требованиям в управлении рисками и распределении капитала, период планирования является достаточно важным фактором.

Как правило, банки применяют модели кредитного риска двух типов: режима дефолта или модели рыночной переоценки MTM [7–8]. Оба типа моделей способны оценить потери от неблагоприятных изменений кредитного качества. Разработчики каждого типа моделей кредитного риска пытаются показать преимущества своей модели. При этом выдвигаются различные обоснования в поддержку одной модели по сравнению с другой. Например, многоуровневый характер модели рыночной переоценки MTM, простота модели типа дефолта [9].

Однако на определение «превосходства» модели в значительной степени влияет соответствие между сложностью модели и полученными результатами. Например, банки, которые используют модели кредитного риска с целью оценки эффективности, связанной с портфелем «купи и держи», разумно выбрать более простую модель дефолта. Напротив, для принятия конкретных решений о ценообразовании для портфеля более ликвидных кредитов, необходимо оценить убытки, включающие потенциальные изменения в кредитных спредах.

Сравним дисконтированный денежный поток с подходом к оценке, нейтральным к риску в современных моделях измерения кредитных потерь. В теории различий между подходом дисконтированного денежного потока и подходом к оценке, нейтральной к риску, значительно больше, чем на практике. В каждой методологии стоимость кредита рассчитывается как дисконтированная приведенная стоимость будущих денежных потоков. Подходы различаются главным образом тем, как рассчитываются коэффициенты дисконтирования.

В методе дисконтированного денежного потока используется непараметрический подход к оценке этих коэффициентов дисконтирования. Эмитенты долговых обязательств группируются по рейтинговым категориям, кредитные спреды – по эмитентам, а затем усредняются в пределах каждой корзины.

Подход к оценке, нейтральной к риску, является высокоструктурированным – он выстраивает модель, которая оценивает все кредиты одновременно в единой унифицированной структуре. На практике при расчете коэффициентов рыночного риска обычно используются кредитные спреды на долговом рынке.

Эконометрическая теория показывает, что в моделях с высоко структурными оценками эффективно используются имеющиеся данные. Однако такие модели уязви-

мы при ошибочной спецификации. В то время как в моделях с непараметрическими оценками упрощения в моделировании используются минимально, но там, где данные не полные или их не достаточно, модели работают плохо, показывая не достоверный результат.

При оценивании риска одного и того же кредита оба подхода будут присваивать ему разные значения. Тем не менее, если допущения модели с оценкой, нейтральной к риску RNV достаточно верны и долговые рынки эффективны, то оба метода показывают аналогичные совокупные значения для хорошо диверсифицированных портфелей.

Основная цель при разработке модели – это вычислить количественную оценку кредитных потерь банка. Каждая из используемых моделей дает такую оценку кредитного риска портфеля с помощью функции плотности вероятностей кредитных потерь PDF за выбранный период времени.

Многие рассмотренные модели стремятся явно оценить пакет статистических характеристик, таких как среднее значение, стандартное отклонение или выбранный целевой кредитный убыток. Затем достаточно легко вычисляется квантиль. Модели поставщиков CreditRisk+™, PortfolioManager™, CreditPortfolioView™, CreditMetrics™ [10] являются примерами моделей, которые используют такой подход. В некоторых моделях применяют подход с учетом непредвиденных потерь. Большая часть моделей нацелены только на получение первых двух моментов функции распределения, т.е. среднего значения и стандартного отклонения; полный пакет функции плотности вероятностей кредитных потерь остается в неявном виде. Можно указать две основные причины, почему разработчики применяют такой подход. Первое, в целях аналитической простоты и скорости вычислений модель с самого начала стремится определить только среднее значение и стандартное отклонение. При этом не предполагается никакой конкретной функциональной формы для PDF функции. Второе, из-за недостатка данных или вычислительных ограничений полный пакет статистических характеристик PDF доступен только для некоторых, но не для всех вложенных в портфель. Для других субпортфелей рассчитываются только средние значения и стандартные отклонения; и как следствие, для всего портфеля определяются только среднее значение и стандартные отклонения.

Единое мнение относительно стандартной формы пакета PDF еще не сформировалось. Это контрастирует с моделями рыночного риска, где нормальное распределение часто используется в качестве стандарта. Наблюдаемые распределения кредитных убытков по портфелю далеко не всегда подчинены нормальному закону. Они, как правило, смещены в сторону больших потерь. Для данного среднего значения и стандартного отклонения вероятность возникновения больших потерь больше, чем было бы в случае, если бы распределение было нормальным. Одна из причин, по которой не появилось отраслевого стандартного отчета о кредитных убытках, заключается в том, что моделирование измерения убытков от индивидуальных кредитных рисков является более сложным, чем в случае рыночного риска. В моделях измерения потерь от индивидуальных кредитных рисков используется широкий спектр упрощений и допущений. Размер портфеля, который получается в результате суммирования этих индивидуальных потерь от кредитного риска, будет сильно зависеть от этих упрощений, а также от допущений, сделанных при оценке кредитных корреляций.

Одним из ключевых факторов при разработке моделей измерения риска является точность, с которой можно оценить большие значения квантилей распределений. Существует две основные причины, которые подчеркивают необходимость учета высоких квантилей, используемых в моделях кредитного риска. Это размер ошибки оценки и влияние формы распределительных хвостов функция плотности вероятностей кредитных потерь PDF целевой уровень неплатежеспособности, равный заштрихованной области [7]. Эти трудности усугубляются из-за чувствительности хвоста кривой PDF – функции к оценкам параметров.

Важно отметить, что из-за чувствительности хвостовой части PDF к допущениям в модели, альтернативные упрощения, могут вызывать большие различия в оценках больших значений квантилей.

Применяемые банками модели измерения кредитных убытков можно разделить на два типа – это условные и безусловные модели. Хотя все модели стремятся вклю-



чить некоторую текущую информацию о кредитном качестве каждого заемщика и кредитной линии. При этом, тем не менее, существуют различия между ними. Безусловные модели отражают относительно ограниченную информацию о заемщиках или средствах, а условные модели, могут включать информацию о состоянии экономики, такую, например, как уровни и тенденции внутренней и международной занятости, инфляции, ценах на акции и процентные ставки, и даже показатели финансового состояния конкретных секторов.

Безусловные системы моделирования основаны на построении функции ожидаемой вероятности дефолта объекта, корреляционной зависимости, полученной на взаимосвязи между историческими дефолтами и информацией о конкретных заемщиках. Функцию ожидаемой вероятности дефолта объекта часто называют ожидаемой частотой дефолта и обозначают EDF [7].

Важной информацией также могут служить внутренние рейтинги рисков. Эти данные должны оцениваться в течение многих кредитных циклов. Независимо от точки начала кредитного цикла, модель будет прогнозировать аналогичные значения стандартного отклонения убытков для должников, имеющих схожие внутренние рейтинги риска. Такие, модели в настоящее время не предназначены для учета эффектов бизнес-цикла, и таких, которые учитывают тенденции к повышению (ухудшению) внутренних рейтингов во время циклических подъемов (спадов). Однако это не означает, что на протяжении всего цикла, модели будут предсказывать одно и то же стандартное отклонение потерь портфеля для постоянного набора должников. По мере повышения и понижения рейтингов должников их ожидаемые показатели дефолта будут пересматриваться в сторону понижения или повышения.

Большинство моделей кредитного риска, реализованных на сегодняшний день, основаны на актуальных данных, которые учитывают безусловные оценки переходов EDF – рейтингов и корреляций. В работе [6] на примере истории рейтингов Moody's определяются и количественно оцениваются различные факторы, такие как место жительства и отрасль деятельности должника, которые влияют на вероятности рейтинговых переходов. Полученные оценки предназначены для учета долгосрочных средних значений этих параметров. Однако в определенный момент времени полученные такие долгосрочные средние значения могут серьезно исказить значения краткосрочных значений, которые зависят от состояния экономики. Корреляционные зависимости и EDF будут систематически меняться в зависимости от хода делового цикла. Кроме того, безусловные подходы к оценке EDF не отражают необходимые переменные, существенно влияющие на результаты кредитования. С другой стороны, условные модели также имеют недостатки; например, условная модель может недооценивать убытки как раз в тот момент, когда кредитный цикл вступает в фазу спада, и переоценивать убытки как раз в тот момент, когда цикл достигает дна.

Следует учитывать, что полное описание эффектов бизнес-цикла является сложным процессом, повышающим вероятность того, что оценки параметров могут быть подвержены значительной неопределенности.

В конечном счете, при моделировании измерений кредитных потерь банка, вопрос о том, какой подход выбрать, безусловный или условный, для стабильности и надежности математической модели остается за разработчиком.

В большинстве моделей кредитного риска при моделировании измерений кредитных потерь на индивидуальном уровне для различных продуктовых линеек в целом используется одна и та же концептуальная основа. Различия возникают при реализации главным образом в способах оценки базовых параметров на основе имеющихся данных. Такой подход называют подходом «снизу вверх». В то же время для количественной оценки риска в потребительских портфелях, портфелях кредитных карт и других розничных портфелях используются совокупные данные. Этот подход получил название подход «сверху вниз». Хотя в обзорах литературы по моделям кредитного риска, как правило, проводится различие между этими двумя подходами, на практике различия менее значимы. Например, модели могут быть классифицированы как «восходящие», учитывая то, что в них используется информации о конкретном заемщике для выделения ссуды или кредита, при этом базовые параметры могут быть откалиб-

рованы с использованием совокупных данных. Модели, использующие восходящий подход, пытаются измерить кредитный риск на уровне каждого кредита на основе четкой оценки кредитоспособности портфеля должника. Каждая конкретная позиция в портфеле связана с определенным рейтингом риска. Предполагается, что рейтинги связаны с заемщиками, хотя на практике процесс присвоения рейтинга является более сложным, и рейтинг может быть связан с каждым конкретным объектом, принадлежащим заемщику.

Как отмечалось ранее, рейтинг риска обычно рассматривается как показатель ожидаемой частоты дефолта EDF или вероятности изменения рейтинга.

В моделях могут также использоваться микро-подход при оценке коэффициентов потерь при дефолте LGD для каждого инструмента, а затем данные обрабатываются на уровне портфеля с учетом эффектов диверсификации.

Для розничных клиентов процесс моделирования принципиально такой же, но имеются и отличия. Из-за большого количества параметров при моделировании, как правило, используется нисходящий эмпирический подход. В этом случае кредиты со схожими профилями риска, такими как кредитные рейтинги, возраст и географическое положение, объединяются в группы, и кредитный риск измеряется количественно на уровне этих групп. Кредиты в каждой группе рассматриваются как статистически идентичные.

При оценке распределения кредитных потерь разработчик модели должен смоделировать как годовой совокупный уровень дефолта, так и значения коэффициентов потерь при дефолте. При построении модели используются многолетние данные для этого сегмента риска, взятого в целом, а не получают средние значения путем совместного рассмотрения факторов риска дефолта и изменений рейтингов для каждого отдельного кредита. Разработчики моделей достигают этого различными способами, учитывая различия между методологиями.

Хотя ни один банк с диверсифицированным портфелем не предполагает, что всем или почти всем его должникам одновременно объявят дефолт, опыт показывает, что факторы, влияющие на кредитоспособность должника достаточно схожи. Следовательно, для оценки и измерения кредитного риска необходимо вычислить значения дисперсии, среднего квадратического отклонения кредитного риска или его стандартного отклонения. Для этого требуется построить корреляционные зависимости между факторами, которые определяют кредитные убытки. К таким факторам относятся моменты корреляции между дефолтами или рейтинговыми изменениями, коэффициентами потерь при дефолте LGD и рисками как для одного и того же заемщика, так и среди разных заемщиков.

Рассмотренный подход принципиально отличается от расчета ожидаемого убытка для портфеля должника, который просто равен сумме ожидаемых убытков для отдельных должников [10].

Первоначальный интерес к моделям кредитного риска был вызван желанием разработать более четкие количественные оценки объема экономического капитала, необходимого для поддержки рискованной деятельности банка. Однако, поскольку результаты, полученные при моделировании кредитного риска, играют все более важную роль в процессах управления рисками крупных банковских учреждений, вопрос о потенциальной применимости таких моделей становится все более актуальным. Благодаря разработке методологии моделирования и последовательному повышению точности оценки и измерений кредитных потерь, различные модели кредитного риска становятся очень привлекательными для банков.

#### **Список литературы:**

1. Лаврушин О.И. Банковские риски / О.И. Лаврушин, Н.И. Валенцева. – М. : Кнорус, 2007. – 232 с.
2. Altman E.I. Credit Risk Measurement: Developments over the Last Twenty Years / E.I. Altman, A. Saunders // *Journal of Banking and Finance*. – 1998. – № 22. – P. 1721–1742.
3. Nickell P. Ratings-Versus Equity-Based Credit Risk Modelling: An Empirical Analysis / P. Nickell, W. Perraudin, S. Varotto // *Manuscript, Conference on Credit Risk Modelling and Regulatory Implications*. – 1999.

4. Жучкова В.В. Математические модели внутренних систем оценки рисков / В.В. Жучкова, И.А. Жучков, В.В. Медведева // Научно-практический журнал «Заметки ученого». – 2022. – № 3. – С. 296–299.
5. Altman E.I. Credit Risk Measurement: Developments over the Last Twenty Years» / E.I. Altman, A. Saunders // Journal of Banking and Finance. – 1998. – № 22. – P. 1725–1762.
6. Pamela Nickell, William Perraudin and Simone Varotto. Stability of Ratings Transitions. – 1997.
7. Медведева В.В. Моделирование кредитного риска банков / В.В. Медведева, В.В. Жучкова // В сборнике: XII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 61-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2022. – С. 470–476.
8. Biondi Y. Interbank credit and the money manufacturing process: a systemic perspective on financial stability / Y. Biondi, F. Zhou // Journal of Economic Interaction and Coordination. – 2018. – P. 437–468.
9. Gordy M.B. A Comparative Anatomy of Credit Risk Models, Manuscript, Conference on Credit Risk Modelling and Regulatory Implications. – 2007.
10. Crouhy M. A Comparative Analysis of Current Credit Risk Models» / M. Crouhy, R. Mark // Manuscript, Conference on Credit Risk Modelling and Regulatory Implications. – 1999.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
ГОТОВНОСТИ КУРСАНТОВ К ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ



PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION  
OF CADETS' READINESS FOR EDUCATIONAL WORK

**Ракло А.В.**

кандидат технических наук,  
доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Савицкий Ю.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Нефедовский В.А.**

доцент,  
Краснодарское высшее  
военное авиационное училище летчиков  
kvvaul@mil.ru

**Аннотация.** В статье авторы рассматривают педагогические условия формирования готовности курсантов к воспитательной работе. При написании статьи авторами разработана структура и содержательное наполнение готовности курсантов к воспитательной работе с личным составом. Авторами рассматриваются организационно-методическая, социально-психологическая и ценностно-ориентировочная компоненты.

**Ключевые слова:** учебный процесс, воспитательная работа, курсант, личный состав, социально-коммуникативные навыки, педагогические условия.

**Raklo A.V.**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Savitskii Yu.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Nefedovskii V.A.**

Associate Professor,  
Krasnodar Higher Military Flight School  
kvvaul@mil.ru

**Abstract.** In the article, the authors consider the pedagogical conditions for the formation of cadets' readiness for educational work. When writing the article, the authors developed the structure and content of the cadets' readiness for educational work with personnel. The authors consider organizational and methodological, socio-psychological and value-oriented components.

**Keywords:** educational process, educational work, cadet, personnel, social and communicative skills, pedagogical conditions.

**С**истема военно-профессионального образования Российской Федерации в последние десятилетия характеризуется новыми векторами развития: вследствие модернизации армии, появления новых видов техники и вооружения, использования инновационных технологий к подготовке будущих офицеров предъявляются особые требования. При этом акцент ставится не только на технологическую подготовку курсантов, но и на их готовность эффективно взаимодействовать с товарищами, командирами и подчиненными.

Обращая внимание на содержание и способы военно-профессионального взаимодействия, необходимо наряду с этим внедрять в профессиональную деятельность офицеров действенные механизмы воспитания, взаимовоспитания и самовоспитания. Именно вопросы воспитания становятся наиболее сложными для молодых офицеров, испытывающих затруднения в процессе взаимодействия с личным составом. Проблема воспитания в настоящее время весьма актуальна. Изменения, внесенные в федеральные законы [1, 2], закрепили определение воспитания как «деятельности, направленной на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи,

общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданской ответственности, уважения к памяти защитников Родины и подвигу Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде [2].

В свою очередь, феномен воспитания в военно-профессиональной сфере играет чрезвычайно важную роль и требует тщательной научной проработки, поскольку военнослужащий как субъект общественных отношений выступает гарантом защиты духовно-нравственных ценностей, указанных выше. Актуальность проблемы воспитания в системе высшего военно-профессионального образования закреплена в ряде локальных нормативных правовых актов силовых ведомств.

Так, необходимость военно-политической и воспитательной работы отражена в направлениях образовательной деятельности вузов войск национальной гвардии России, однако четко не определены формы, методы и средства воспитания, что, в ряду прочего, обуславливает актуальность настоящего исследования. Одна из важных задач, стоящих перед командиром, состоит в организации воспитательной работы с личным составом, в результате которой каждый боец вверенного ему подразделения должен правильно понимать поставленные боевые задачи и эффективно их выполнять, проявлять свои лучшие личностные качества, развивать индивидуальный потенциал, руководствоваться в процессе деятельности высшими ценностями и сохранять боеготовность каждую минуту службы.

При этом необходимо учитывать, что личный состав является разнородным: представлен военнослужащими с разным социокультурным опытом, образованием, этнической и конфессиональной принадлежностью, индивидуальными особенностями развития. Сказанное определяет важность специализированной подготовки будущих офицеров к воспитательной работе с личным составом в условиях военного вуза. Отметим, что в образовательных стандартах военного образования предусмотрены компетенции, связанные с осуществлением успешной профессиональной коммуникации и организацией педагогической работы с личным составом.

Проведенный опрос молодых офицеров, показал, что более чем у 90 % из них возникают сложности во взаимодействии с военнослужащими и воспитательной работе с личным составом, а именно, в осуществлении систематической коммуникации воспитывающего характера, выборе эффективных методов воспитательного воздействия, активизации личностного развития военнослужащих посредством их стимулирования к выполнению сложных видов работы, учете особенностей межличностной коммуникации и уровня индивидуального развития, применении дифференцированного подхода к распределению поручений между военнослужащими.

Военные вузы также испытывают потребность в обновлении системы подготовки курсантов к воспитательной работе с личным составом. Анализ современных исследований, а также проведенные нами опросы и анкетирование свидетельствуют о том, что преподаватели военных вузов в основном сосредоточивают свое внимание на достижении учебных целей и задач, связанных с формированием у курсантов конкретных знаний, умений и навыков, в то время как при постановке цели воспитательной работы испытывают затруднения, планирование воспитательной работы носит стихийный характер без должной опоры на знание психологических особенностей лиц призывного возраста. Абсолютное большинство из них не реализуют в образовательном процессе индивидуальный подход к воспитанию и совершенствованию социально-коммуникативных навыков будущих офицеров.

Для решения этой проблемы авторами предлагается структура подготовки курсантов к воспитательной работе с личным составом (табл. № 1).

*Организационно-методический компонент* исследуемой готовности представлен совокупностью знаний и умений организации и методического наполнения воспитательной работы с личным составом. Офицеру необходимо владеть навыками целеполагания, которые позволяют определить перспективные и ближайшие цели и задачи воспитательной работы с личным составом, знать различные формы, методы и средства организации воспитательной работы и уметь выделять наиболее целесообразные из них.

Таблица № 1

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ НАПОЛНЕНИЕ ГОТОВНОСТИ КУРСАНТОВ К ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ С ЛИЧНЫМ СОСТАВОМ		
Организационно-методический компонент	Социально-психологический компонент	Ценностно-ориентировочный компонент
<p><i>Знания:</i> способы целеполагания воспитательной работы с личным составом; система форм, методов и средств организации воспитательной работы с личным составом; нормативные документы по работе с личным составом; направления воспитательной работы с личным составом.</p> <p><i>Умения:</i> планировать воспитательную работу; организовать педагогическое взаимодействие с личным составом; применять организационнопедагогические методы к личному составу, в том числе в боевых условиях; осуществлять педагогический контроль и оценку воспитательной работы</p>	<p><i>Знания:</i> психологические особенности разных возрастных групп личного состава; национально-этнические особенности личности и поведения; закономерности личностного развития; воинские ритуалы и традиции.</p> <p><i>Умения:</i> поддерживать социально-психологический микроклимат товарищества и взаимоподдержки в воинском коллективе; применять социальнокоммуникативные умения во взаимодействии с личным составом; мотивировать личный состав к достижению целей и задач воинского подразделения</p>	<p><i>Ценности и ценностные ориентации:</i> патриотизм; воинская честь и достоинство; товарищество; ответственность за Родину и ее безопасность; войсковая сплоченность; военно-профессиональная самореализация; профессиональное саморазвитие; уважение личности; здоровье; культуросообразность воспитательных мер; толерантное принятие разных (по возрасту, национальной принадлежности, общекультурному уровню) категорий военнослужащих</p>

Для содержательного наполнения воспитательной работы важное значение имеет знакомство с нормативно-правовой базой этого процесса, локальными документами вуза и передовым военно-педагогическим опытом. Опора на цели, задачи и содержание 39 воспитательной работы помогает планировать и организовать конкретные воспитательные мероприятия. В практической деятельности молодому офицеру придется реализовать приобретенные знания в форме различных умений, а именно: планировать воспитательную работу, организовать педагогическое взаимодействие с личным составом посредством воспитательных форм и методов, применять организационно-педагогические методы при постановке перед личным составом целей и задач, обучать самоконтролю и самооценке, осуществлять педагогический контроль и оценку. Важную роль в военнопфессиональной деятельности офицера играют также аналитические, рефлексивные, ораторские, конструктивные и умения.

*Социально-психологический компонент* готовности курсантов военных вузов к воспитательной работе с личным составом включает: психологические знания об особенностях разных возрастных групп, закономерностях личностного развития, представления о национально-этнических особенностях поведения военнослужащих личного состава, знание воинских ритуалов и традиций и способность транслировать их в воинскую среду. На основе социально-психологических знаний у будущего офицера формируются умения поддерживать социально-психологический микроклимат товарищества и взаимоподдержки в воинском коллективе, применять во взаимодействии с личным составом различные методы, такие как стимулирование личностного развития, поощрение и наказание, мотивирование к достижению целей и задач воинского подразделения.

*Ценностно-ориентировочный компонент* рассматриваемой готовности заключается в принятии будущим офицером ценностей и сформированности ценностных ориентаций военной профессии и воспитания военнослужащего, таких как патриотизм, сплоченность воинского коллектива, признание воинской чести и достоинства, проявление духа товарищества, глубокая ответственность за Родину и ее безопасность, понимание необходимости военно-профессиональной самореализации и профессионального саморазвития каждого военнослужащего, проявление толерантности и уважения, принятие приоритетности культуросообразного характера осуществляемых воспитательных мер.

Таким образом, готовность курсантов военных вузов к воспитательной работе с личным составом состоит из трех компонентов: организационнометодического, социально-психологического и ценностно-ориентировочного.

Готовность к деятельности в философском плане рассматривается как результат объективного процесса и субъективной деятельности, то есть ее возникновение детерминируется как внешними, так и внутренними факторами. При этом внешние факторы оказывают формирующее влияние, а внутренние – развивающее. Исходя из этого, представим наше понимание ключевого понятия исследования: формирование готовности курсантов военного вуза к воспитательной работе с личным составом – целенаправленный процесс, организованный в военном вузе, обеспечивающий возникновение и закрепление у будущих офицеров направленности на осуществление комплекса воспитательных мероприятий по формированию и поддержанию у военнослужащих устойчивых морально-боевых качеств, позволяющих успешно выполнять военно-профессиональные задачи.

#### Список литературы:

1. ФЗ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. ФЗ от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
3. Колесников В.П. Этапы нравственного восхождения согласно уровням сознания / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 510 с.
4. Колесников В.П. Правильное управление действием и действительностью / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых, Посвященной 58-й годовщине полета Ю.А.Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – 588 с.
5. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
6. Энсис Е.И. Синтез знаний как метод воспитания стратегического мышления / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Научные чтения им. профессора Н.Е.Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 588 с.
7. Колесников В.П. Синтез знаний как основа для культуры образования / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Посвященной 57-й годовщине полета Ю.А.Гагарина в космос. КВВАУЛ. –Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – 503 с.
8. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг – 2019. – С. 190.
9. Нефедовский В.А. Исследования в области развития пространственного мышления будущего военного летчика / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 2. – С. 226–237.
10. Варфоломеева С.В. Применение образовательных метаданных для овладения сравнительным методом и компаративным анализом в процессе изучения социально-гуманитарных дисциплин / С.В. Варфоломеева, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2020. – № 1. – С. 178–186.

*Научное издание*

# **НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО**

**Сборник научных статей XIII Международной  
научно-практической конференции  
«Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского»  
21–22 декабря 2022 года**

Статьи публикуются в авторской редакции

Технический редактор – О.Я. Фоменко  
Компьютерная верстка – М.Н. Гусева  
Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Подписано в печать 17.02.2023  
Бумага «Снегурочка»  
Печ. л. 36,0  
Усл. печ. л. 33,5  
Уч.-изд. л. 30,2

Формат 60×84 1/8  
Печать трафаретная  
Изд. № 1294  
Тираж 50 экз.  
Заказ № 2425

ООО «Издательский Дом – Юг»  
350010, г. Краснодар, ул. Зиповская 9, литер «Г», оф. 41/3  
тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: [id.yug2016@gmail.com](mailto:id.yug2016@gmail.com) Сайт: <http://www.id-yug.com>