

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 XIV Международной
научно-практической конференции
«Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского»
8–9 ноября 2023 года**

Краснодар
2023

УДК 629.7+358.4

ББК 39.5+68.53

Н34

Под общей редакцией:

доктора исторических наук, доцента В.И. Медведева

Редакционная коллегия:

Раздел «Естественные и технические науки» –

кандидат исторических наук, доцент Д.Ю. Белоцерковский,
кандидат технических наук, доцент В.В. Терехов;

Раздел «Гуманитарные и социально-экономические науки» –

доктор психологических наук С.М. Ветвицкая, М.Г. Лукинова

Н34 Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского.
Сборник научных статей XIV Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского» 8–9 ноября 2023 года / КВВАУЛ им. Героя Советского Союза А.К. Серова; Под общ. ред. В.И. Медведева. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – 352 с.

ISBN 978-5-91718-750-1

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 978-5-91718-750-1

© 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.

Предложения для включения в методику формирования у курсанта жизненно-важного интереса на недопущение негативных проявлений личностного фактора в полете 13

Rumyantsev S.V.

Suggestions for inclusion in the cadet's formation methodology a vital interest in preventing negative manifestations the personal factor in flight

Панков В.П., Нефедовский В.А.

Исследование эффективности охлаждения и теплозащиты лопаток турбин авиационных ГТД 18

Pankov V.P., Nefedovsky V.A.

Study of the cooling efficiency and thermal protection of aircraft gas turbine engine blades

Князев А.С., Попов А.Ю., Шаров И.В.

Актуальные вопросы использования интерактивных программных тренажёров в учебном процессе авиационного вуза 29

Knyazev A.S., Popov A.Yu., Sharov I.V.

Topical issues of using interactive software simulators in the educational process of an aviation university

Сухопаров П.Е., Понаморов А.В., Василевский А.Г.

Использование антенных решеток в подвижных радиорелейных станциях с целью повышения устойчивости управления авиационными частями и подразделениями 36

Sukhoparov P.E., Ponomarev A.V., Vasilevsky A.G.

The use of antenna arrays in mobile radio relay stations in order to increase the stability of control of aviation units and divisions

Проказин Е.С., Азарян Д.А., Бабенков Д.Р.

Понятие человеческого фактора. Прошлое и настоящее 41

Prokazin E.S., Azaryan D.A., Babenkov D.R.

The concept of the human factor. Past and present

Новик А.В., Спаич Д.А., Казаров Е.Г.

Развитие и опыт применения объёмно-детонирующих и термобарических боеприпасов 46

Novik A.V., Spaich D.A., Kazarov E.G.

Development and experience in the use of volumetric detonating and thermobaric ammunition

Панков В.П., Швецов А.А., Зинченко И.Н., Попов И.Н.

Многокомпонентные диаграммы фазовых равновесий 54

Pankov V.P., Shvetsov A.A., Zinchenko I.N., Popov I.N.

Multicomponent diagrams of phase equilibria

Понаморев А.В., Сухопаров П.Е., Василевский А.Г. Повышение скорости передачи команд управления воздушными судами путем адаптивного распределения частотно-временного ресурса	63
Ponomarev A.V., Sukhoparov P.E., Vasilevsky A.G. Increasing the speed of transmission of aircraft control commands by adaptive allocation of time-frequency resource	
Потапов А.Е. Перспективы развития российской и мировой авиации (бионические полеты)	68
Potapov A.E. Prospects for the development of russian and world aviation (bionic flights)	
Панков В.П., Швецов А.А., Панков Д.В., Попов И.Н. Оценка диффузии в системе Никель – Алюминий	75
Pankov V.P., Shvetsov A.A., Pankov D.V., Popov I.N. Evaluation of diffusion in the Nickel – Aluminum system	
Филин Д.В., Проказин Е.С., Ступина В.М. Исследования по улучшению аэродинамических характеристик сверхзвуковых воздушных судов при боковом движении	84
Filin D.V., Prokazin E.S., Stupina V.M. research on improving the aerodynamic characteristics of supersonic aircraft in lateral motion	
Самаркин В.Г., Сень В.А. Сравнительный анализ конструктивных компоновок реактивных сопел ТРД отечественных и зарубежных летательных аппаратов	88
Samarkin V.G., Sen V.A. Comparative analysis of design layouts of turbojet nozzles of domestic and foreign aircraft	
Самарский Н.А., Букаткин Р.Н., Бугреев С.В., Статкевич А.Н. Определение координат источников радиоизлучений пеленгатором с пространственным расположением приемных элементов	97
Samarskyi N.A., Bukatkin R.N., Bugreev S.V., Statkevich A.N. Determination of the coordinates of radio-frequency radiation sources by a direction finder with the spatial location of the receiving elements	
Щепелин Д.А., Щепелин Дм.А., Корниенко А.А., Панков В.П. Напыление покрытий для повышения долговечности деталей авиационной техники	102
Shchepelin D.A., Shchepelin Dm.A., Kornienko A.A., Pankov V.P. Spraying of coatings to increase the durability of aircraft parts	
Филин Д.В., Азарян Д.А., Шадымов В.А. Исследование путей повышения эффективности использования средств объективного контроля	113
Filin D.V., Azaryan D.A., Shadymov V.A. Investigation of ways to improve the efficiency of the use of objective control tools	
Демидченко В.И., Гереев М.А., Кулюк М.П., Хайрулин Т.Р. Преобразование теплоты в работу	117
Demidshenko V.I., Gereev M.A., Kulyuk M.P., Khairullin T.R. Converting heat into work	

Панков В.П., Степанова М.В., Степанов В.В., Божко С.В. Математическое моделирование теплового состояния лопаток турбин авиационных ГТД	123
Pankov V.P., Stepanova M.V., Stepanov V.V., S.V. Bogzko Mathematical modeling of the thermal state of aviation gte turbine blades	
Барболин В.В., Лямзаев М.А., Рачук И.П., Панков В.П Наплавка металла для восстановления изношенных деталей авиационных ГТД	132
Barbolin V.V., Lyamzaev M.A., Rachuk I.P., Pankov V.P. Metal surfacing for the restoration of worn parts of aviation gas turbine engines	
Бухонский М.И., Дейкун Г.И., Дейкун Д.Г. Возможности моделирования спектров сигналов в радиоэлектронных системах	137
Bukhonsky M.I., Deykun G.I., Deykun D.G. Possibilities of modeling signal spectra in radioelectronic systems	
Гимбицкий В.А., Гимбицкая Л.А., Бойко С.В. Анализ возможностей средств РЭБ вероятного противника	141
Gimbitskij V.A., Gimbitskaja L.A., Boyko S.V. Analysis of the capabilities of electronic warfare of a likely enemy	
Короткевич А.А., Базоев Т.Х. Взгляд в будущее	146
Korotkevich A.A., Bazoev T.H. Look into the future	
Куликова Т.А., Чабров С.Е., Пережогин Л.А., Терехов В.В. Методика калибровки средств измерений для повышения их точности	150
Kulikova T.A., Chabrov S.E., Perezhogin L.A., Terekhov V.V. The method of calibration of measuring instruments for improving their accuracy	
Кулешов М.Ю., Степанова М.В., Степанов В.В., Фурсина А.Б. Использование имитационного моделирования как основы современной технологии обучения	155
Kuleshov M.Yu., Stepanova M.V., Fursina A.B. Using simulation modeling as the basis of modern technology for teaching	
Куликова Т.А., Чабров С.Е., Романенко Т.М., Шахрай Е.А. Обработка телеметрических данных в информационно-измерительных системах	160
Kulikova T.A., Chabrov S.E., Romanenko T.M., Shakhray E.A. Processing of telemetry data in information and measurement systems	
Молчанов В.В., Анцупов И.С. «Заглянувший за горизонт» (атомный самолет Владимира Мясищева)	165
Molchanov V.V., Antsupov I.S. «Looking over the horizon» (Vladimir Myasishchev's atomic plane)	

Гимбицкий В.А., Гимбицкая Л.А., Косенко Н.Р. О принятии управленческого решения в современных условиях	171
Gimbickij V.A., Gimbickaja L.A., Kosenko N.R. About making a management decision in modern conditions	
Дейкун Д.Г., Турчин В.А. Внедрение информационных технологий – новые возможности для обучения в вузах	178
Deykun D.G., Turchin V.A. Introduction of information technologies – new opportunities for learning in higher education institutions	
Гимбицкий В.А., Гимбицкая Л.А., Кузьмин В.Ю. О необходимости соблюдения информационной безопасности в информационных системах	183
Gimbickij V.A., Gimbickaja L.A., Kuzmin V.Yu. On the need to comply with the information security in information systems	
Дунайцев А.И., Сингаевский Н.А., Выскубов Е.В., Терехов В.В. История развития метрологического обеспечения вооруженных сил России в сфере обороны и безопасности страны	188
Dunaitsev A.I., Singaevsky N.A., Viskybov E.V., Terekhov V.V. The history of the development of metrological support of the Russian armed forces in the field of defense and security of the country	
Коханый А.Ф., Пережогин Л.А., Выскубов Е.В. Создание и развитие конвертопланов	195
Kohany A.F., Perezhogin L.A., Vyskubov E.V. Creation and development of tiltrotor planes	
Молчанов В.В., Анцупов И.С. Неизвестные профессии самолета ЯК-40	200
Molchanov V.V., Antsupov I.S. Unknown professions of the YAK-40	
Куликов М.В., Куликова Т.А. Фенолформальдегидные связующие для ПКМ	207
Kulikov M.V., Kulikova T.A. Phenol-formaldehyde binders for PCM	
Кочетков В.А., Степанов В.В., Степанова М.В., Фурсина А.Б. Пример разработки сайта на основе системы управления wordpress с применением подключаемой библиотеки JQUERY	211
Kochetkov V.A., Stepanov V.V., Stepanova M.V., Fursina A.B. An example of site development based on the wordpress management system using the JQUERY connected library	
Кулешов М.Ю., Фурсина А.Б., Степанова М.В., Буков Н.Н. Модификация эпоксидных смол и отвердителей для покрытий барьерного типа	220
Kulechov M.U., Fursina A.B., Stepanova M.V., Bukov N.N. Modification of epoxy resins and hardeners for barrier-type coatings	

Молчанов В.В., Новицкая М.Г.
Москва – Северный полюс – Соединенные Штаты Америки
(первые перелеты через Северный Ледовитый океан) 226

Molchanov V.V., Novitskaya M.G.
Moscow – North pole – United States of America
(first flights across the Arctic ocean)

Баштовая А.В.
Применение искусственного интеллекта
в военно-промышленном комплексе России 232

Bashtovaya A.V.
Application of artificial intelligence in the military-industrial complex of Russia

Терехов В.В., Пережогин Л.А., Сараев И.В., Терехов В.В.
Применение основных аналитических зависимостей спирали Архимеда
при расчете устройств для очистки топлива 239

Terekhov V.V., Perezhugin L.A., Saraev I.V., Terekhov V.V.
Application of basic analytical methods dependencies of the Archimedes
spiral in the calculation fuel purification devices

Кудряшов А.С., Нкурунзиза П.
Анализ способов и средств противодействия беспилотным
летательным аппаратам в локальных войнах и вооруженных конфликтах 245

Kudryashov A.S., Nkurunziza P.
Analysis of ways and means of countering unmanned aerial vehicles
in local wars and armed conflicts

Терехов В.В., Пережогин Л.А., Савицкий Ю.А.
Методика конструктивного расчета устройства
для очистки жидкости, выполненного в форме спирали Архимеда 251

Terekhov V.V., Perezhugin L.A., Savitsky Yu.A.
The method of constructive calculation of a liquid
purification device made in the form of an Archimedes spiral

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

Медведев В.И., Савеленко В.М.
Курсовой офицер-преподаватель: роль в формировании у курсантов-лётчиков
общественно значимых и личностнозначимых ценностей 259

Medvedev V.I., Savelenko V.M.
Course officer-teacher: role in the formation of socially significant
and personally significant values among cadet pilots

Стрелецкий Я.И.
Специальная военная операция России на Украине:
военно-стратегический аспект 265

Streletsky Ya.I.
Russian special military operation in Ukraine: military strategic aspect

- Ветвицкая С.М., Мальчинский Ф.В.**
К исследованию структуры личности военного летчика
как интегральной индивидуальности 270
- Vetvitskaya S.M., Malchinsky F.V.**
To study the personality structure of a military pilot as an integral personality
- Додова Л.М., Лукинова М.Г.**
Тренинг как средство формирования личностных
профессионально важных качеств у обучающихся женского пола 274
- Dodova L.M., Lukinova M.G.**
Training as a means for forming personality
professionally important qualities in female students
- Таскин С.А., Куликова Т.А., Куликов М.В., Чабров С.Е.**
К вопросу о формировании профессиональной компетентности
выпускников военных вузов 278
- Taskin S.A., Kulikova T.A., Kulikov M.V., Chabrov S.E.**
On the issue of forming professional competence of military university graduates
- Духанин М.М.**
Развитие духовно-нравственных ценностей личности в контексте
формирования ценностно-нравственной сферы будущих летчиков 284
- Dukhanin M.M.**
The development of spiritual and moral values of the individual
in the context of the formation of the value and moral sphere of future pilots
- Энсис Е.И., Колесников В.П., Дорохов Д.В.**
Современные методы повышения интеллектуальной активности обучаемых 289
- Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Dorokhov D.V.**
Modern methods of increasing the intellectual activity of students
- Собко В.В.**
Дистанционное обучение: плюсы и минусы использования онлайн-платформ 293
- Sobko V.V.**
Distance learning: pros and cons of using online platforms
- Медведев В.И., Савеленко В.М.**
Проблемы адаптации иностранных военных специалистов (курсантов)
в военном авиационном вузе ВКС РФ 297
- Medvedev V.I., Savelenko V.M.**
Problems of adaptation of foreign military specialists (cadets)
at the military aviation university of the VKS of the Russian Federation
- Давыдова П.Д., Савицкий Ю.А.**
Применение технологий виртуальной и дополненной реальности
для повышения эффективности обучения
в условиях цифровизации системы образования 302
- Davidova P.D., Savitskiy Y.A.**
The use of virtual and additional reality technologies to improve
the effectiveness of learning in the context
of digitalization of the education system

Бугреев С.В., Букаткин Р.Н., Статкевич А.Н., Гулямов А.С. Роль творчества в становлении патриотизма	308
Bugreev S.V., Bukatkin R.N., Stankevich A.N., Guljamov A.S. The role of creativity in the formation of patriotism	
Патоков Б.Б., Шахрай Е.А., Исаев Г.Р., Романенко Т.М. Организация самостоятельной подготовки курсантов в военном вузе	316
Patokov B.B., Shakhray E.A., Isaev G.R., Romanenko T.M. Organization of independent training of cadets in a military university	
Науменко А.А., Земцева И.В. Применение интерактивного курса обучения в учебном процессе	321
Naumenko A.A., Zemtseva I.V. Application of an interactive training course in the educational process	
Духанин М.М., Козак Л.Г. Наглядность обучения как средство управления познавательной деятельностью курсантов	326
Dukhanin M.M., Kozak L.G. Visual learning as a means of managing the cognitive activity of cadets	
Энсис Е.И., Колесников В.П., Терехов В.В. Методика обучения дисциплине «Механика» согласно новым требованиям по совершенствованию культуры образования	333
Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V. The methodology of teaching discipline: mechanics according to the new requirements for improving the culture of education referents	
Ясиновский А.В. Отечественная авиация накануне Первой Мировой войны	338
Yasinovsky A.V. Domestic aviation on the eve of the First World War	
Энсис Е.И., Колесников В.П., Терехов В.В. Ментальные состояния сознания	342
Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V. Mental states of consciousness	
Коханый А.Ф., Пережогин Л.А., Выскубов Е.В., Черный Р.Р. Подходы к управлению образованием в высшей школе	347
Kohany A.F., Perezhogin L.A., Vyskubov E.V., Cherniy R.R. Approaches to higher school education management	

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

**NATURAL
AND TECHNICAL
SCIENCES**

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В МЕТОДИКУ ФОРМИРОВАНИЯ
У КУРСАНТА ЖИЗНЕННО-ВАЖНОГО ИНТЕРЕСА НА НЕДОПУЩЕНИЕ
НЕГАТИВНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ЛИЧНОСТНОГО ФАКТОРА В ПОЛЕТЕ**



**SUGGESTIONS FOR INCLUSION IN THE CADET'S FORMATION
METHODOLOGY A VITAL INTEREST IN PREVENTING NEGATIVE
MANIFESTATIONS THE PERSONAL FACTOR IN FLIGHT**

Румянцев С.В.

Краснодарское высшее военное
авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье исследуются вопросы формирования у курсантов летного вуза жизненно-важных интересов на недопущение негативных проявлений личностного фактора в полете путем обоснования и определения реперных точек в программе летного обучения.

Ключевые слова: личностный фактор, психологическая готовность, реперные точки, профессиональная деятельность, курсант летного вуза.

Rumyantsev S.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article examines the issues of formation of vital interests among cadets of a flight university in order to prevent negative manifestations of the personal factor in flight by substantiating and defining reference points in the flight training program.

Keywords: personal factor, psychological readiness, reference points, professional activity, flight university cadet.

Великий летчик XX века М.М. Громов писал:
*«Для того, чтобы летать надежно,
очень важно знать, как управлять самолетом,
но еще важнее знать, как управлять самим собой».*

К наиболее трудным вопросам относится выяснение психологических компонентов личного фактора – мотивов поведения, поступков, причин и механизмов ошибочных действий того или иного лица. Личный фактор был и остается (по крайней мере, по официальной статистике) наиболее частой причиной аварийности в авиации [2]. Правильно определить его роль и характер проявления с учетом психических и психофизиологических возможностей человека и их ограничений, с учетом изменения этих возможностей в зависимости от конкретных условий, в первую очередь психического состояния в тот или иной момент, с учетом индивидуально-психологических особенностей личности конкретного лица может только специалист по поведению человека, т.е. профессиональный психолог.

Для оценки психотического-эмоционального состояния каждого курсанта и его психологической готовности к выполнению различного вида полетов, предлагается разработать экспресс-опросник, результаты которого, в идеале, будет обрабатывать психолог части (при невозможности – летчик-инструктор).

По результатам обработки опросника, при помощи разработанной таблицы коэффициентов влияния на обеспечение безопасности предстоящего полета, оценить психологическо-эмоциональное состояние курсанта (уверенность в себе, склонность к неоправданному риску и нарушению полетного задания, проявлению бравады и т.д.).

Полученный коэффициент для каждого курсанта позволит градировать степень безопасности предстоящего полета, с точки зрения его психологической готовности.

Для внедрения этого предложения необходимо:

1. Со всем летно-инструкторским составом провести занятия по методике изучения и анализа карт ППО курсантов, умению выделять наиболее «опасные» для безопасности полетов особенности каждого курсанта. В дальнейшем, постоянно проводить работу по недопущению проявления этих «опасных» особенностей.

2. По прибытию курсантов в часть, психологу проводить тестирование по определению общего морально-психологического состояния курсантов, их склонности к риску. При выявлении «неустойчивых» и склонных к риску курсантов, докладывать о них рапортом командиру части с приложением плана индивидуальной работы с этими курсантами.

3. Летно-инструкторскому составу провести изучение особенностей каждого курсанта, с подробным анализом карт ППО и выводов психолога части по результатам тестирования.

Рекомендуется изучение начать со сбора информации о психологических психофизиологических особенностях каждого курсанта (чем он дышит, какие семейные отношения, как он реагирует на замечания командиров, своих друзей, как ведёт себя с друзьями, как переносит незначительные стрессы или неудачи в личной жизни); изучения профессиональной деятельности (изучение профотбора, теоретической подготовки, теоретических знаний и успеваемости) [1].

Затем нужен анализ по каждому курсанту в отдельности и составление скелета его деятельности (моральной устойчивости, способности принять единственно правильное решение в полете при экстренной ситуации при дефиците времени, способности защитить своего ведущего, товарища, сохранять секреты, к которым он допущен и т.д.).

4. Определить 5 реперных точек в программе летного обучения, в которых проводить экспресс-тестирование, с выводом коэффициентов.

5 реперных точек в программе летного обучения

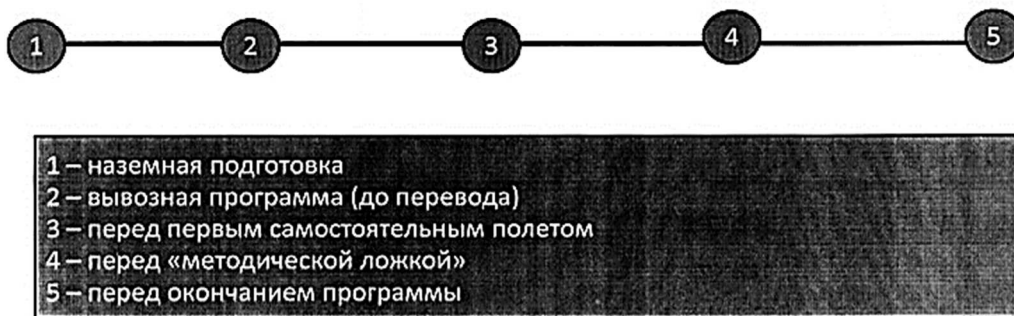


Рисунок 1 – Реперные точки в процессе обучения

Примерные вопросы для тестирования и варианты ответов:

В процессе наземной подготовки

1. С каким настроением Вы приходите на занятия по наземной подготовке? (– с желанием; – без желания).

2. Интересно ли Вам на занятиях по наземной подготовке? (– да; – нет; – иногда совсем не интересно). Укажите наиболее интересные занятия и те, которые Вам хотелось бы изменить. *Целесообразно, чтобы курсант расставил по рейтингу дисциплины наземной подготовки, начиная с самой интересной, по его мнению, дисциплины и, далее, по уменьшению интереса.*

3. Какое отношение к Вам со стороны летчика-инструктора при проведении занятий? (– доброжелательное; – нейтральное; – негативное).

4. Есть ли у Вас непонятные вопросы по дисциплинам наземной подготовки? Задавали ли Вы по ним дополнительные вопросы? (– да; – нет).
5. Как реагировал руководитель занятия на то, что Вы задаете вопросы? (– доброжелательно; – негативно).
6. Как сложились Ваши отношения с летчиком-инструктором? (– доверительные; – не сложились; – боюсь его).
7. По Вашему мнению, вы готовы к проверке знаний по результатам прохождения наземной подготовки? (– полностью готов; – есть небольшие сомнения; – не готов; – боюсь).
8. Хочется ли Вам, чтобы у Вас был другой летчик-инструктор? (– да; – нет; – мне всё-равно).

В процессе вывозной программы

1. С каким настроением вы приходите на предварительную подготовку к полетам? (– с желанием; – без желания; – боюсь, что мне будут задавать вопросы; – с нейтральным).
2. С каким настроением вы приходите на предполетную подготовку к полетам? (– с желанием; – без желания; – боюсь, что мне будут задавать вопросы; – с нейтральным).
3. С каким настроением уходите с занятия? (– с желанием; – без желания; – с чувством удовлетворения; – с чувством разочарования).
4. Произвести ранжировку дисциплин наземной подготовки по важности (по мнению курсанта) в подготовке к летной деятельности, отметить насколько интересно или нет преподаются «важные».
5. Доступно ли летчик-инструктор излагает, объясняет материал на занятиях?
6. Если у Вас возникают вопросы по материалам дисциплины, то с кем и как Вы их решаете? (– с товарищами; – в учебниках; – доп. литературе; – в Интернете; – с л-инструктором).
7. Способны ли Вы управлять своими эмоциями и контролировать их?
8. Способны ли Вы управлять своим психофизиологическим состоянием в полете?
9. Какие эмоции в процессе полета у Вас преобладают (страх; тревожность, что что-то не получится; волнение; радость; я счастлив; гордость; спокоен)
10. Используете ли Вы методы саморегуляции?
11. По каким познавательным процессам у Вас возникают проблемы в полете (память, внимание, мышление, восприятие, ориентировка в пространстве)?
Поскольку у курсантов необходимо развивать способность принимать единственное правильное решение в экстремальной ситуации, необходимо сделать упор на развитие у него мышления, а именно, на умение анализировать. Поэтому, желательно, чтобы в своей инструкторско-преподавательской деятельности (и во всем учебном процессе в училище) л-инструктор применял проблемное обучение, чтобы курсант умел анализировать свои возможности, ситуацию, свои знания, ошибки, взаимоотношения, тренажерную подготовку, полеты. Дополнительно это будет способствовать формированию адекватной самооценке.
12. При прохождении летной практики Вы (выберите наиболее подходящие варианты):
 - боюсь инструктора;
 - не доверяю инструктору;
 - боюсь летать;
 - в полете плохое самочувствие;
 - не уверен в своих силах;
 - не желаю проходить обучение у этого инструктора;
 - задумываюсь о том, что ошибся в выборе профессии;
 - я счастлив;
 - полностью уверен в себе;
 - полностью уверен и доверяю летчику инструктору;
 - очень хочу продолжать овладевать профессией военного летчика.

13. В каком эмоциональном состоянии Вы выполняете полеты? (– спокоен; – радостен; – растерян; – нейтрален).

14. Реакция летчика-инструктора на Ваши ошибки в полете? (– спокойная; – негативная).

15. Кто, в большей степени, помогает Вам работать над устранением ошибок? (– летчик-инструктор; – друзья; – командир звена; – управление эскадрильи).

16. Уверены ли Вы в своей способности освоить вывозную программу? (– уверен; – не уверен; – затрудняюсь ответить).

17. Насколько качественно и охотно Вы анализируете свою деятельность (наземную подготовку, по вывозной программе и т.д.) (– вижу свои ошибки; – не вижу; – охотно анализирую; – мне не нравится анализировать себя).

Перед первым самостоятельным полетом

Здесь главное – психологическая готовность курсанта к самостоятельному полету.

На данном этапе целесообразно провести тестирование на определение психологической готовности курсанта к полету, с целью выявления психоэмоционального состояния курсантов и реактивной и личностной тревожности, связанной с предстоящим полетом.

1. Есть ли у Вас чувство полной уверенности в качественном выполнении первого самостоятельного полета? (– да; – нет; – мне страшно; – чувствую, что необходимы еще полеты с инструктором).

2. Комфортно ли Вы чувствуете себя в контрольных полетах? (– да; – нет; – боюсь проверяющих).

3. Чувствуете ли Вы всестороннюю поддержку со стороны летчика-инструктора? (– да; – нет; – хочу другого инструктора).

4. По вашему мнению, окажет ли влияние на выполнение Вами первого самостоятельного полета изменение старта, метеообстановки? (– да; – нет; – очень беспокоит).

5. Есть ли у Вас предпочтения, с кем Вы бы хотели выполнить контрольный полет перед самостоятельным? (укажите с кем). (– да; – нет; – мне всё-равно).

6. Хотелось бы Вам, чтобы в первом самостоятельном полете в составе экипажа с Вами летел кто-то из летчиков? (– да; – нет).

7. Хотелось бы Вам перенести дату первого самостоятельного полета на более поздний срок? (– да; – нет).

8. Бойтесь ли Вы летать? (– да; – нет; – затрудняюсь ответить).

9. Какие эмоции у Вас преобладают на данном этапе?

10. На что Вы надеетесь, рассчитываете в выполнении полета?

Для изучения психологической готовности курсантов к выполнению самостоятельного полета можно использовать методику «Шкала самооценки уровня тревожности», разработанная Ч.Д. Спилбергером и адаптированная в нашей стране Ю.Л. Ханиным, тест дифференциальной самооценки функционального состояния (САН) и Опросник «незаконченных предложений».

В процессе выполнения самостоятельных полетов **(перед «методической ложкой»)**

1. С каким настроением Вы выполняете самостоятельные полеты? (– уверенно; – не уверенно; – со страхом; – с нежеланием).

2. Растет ли Ваша уверенность в своих летных способностях с каждым тренировочным полетом? (– да; – нет; – становится страшно; – чувствую, что необходимы еще полеты с инструктором).

3. Изменилось ли Ваше отношение к летчику-инструктору? (– да; – нет; – разочаровался).

4. Всегда ли Вы выполняете все элементы полета так, как научил летчик-инструктор, или что-то корректируете с учетом полученного в самостоятельных полетах личного опыта? (– да; – нет; – вношу незначительные изменения).

5. Легче ли Вам стало готовиться к полетам? (– да; – нет).

Перед окончанием программы

1. Есть ли у Вас чувство, что вы всему научились и все можете в полете? (– да; – нет).
2. Есть ли у Вас чувство, что чтобы не случилось в полете, Вы со всем справитесь? (– да; – нет).
3. Стали ли ваши взаимоотношения с летчиком-инструктором лучше? (– да; – нет).
4. Считаете ли Вы оценку качества Вашей техники пилотирования проверяющими и инструктором объективной? (– да; – нет).
5. Способны ли Вы самостоятельно освоить более сложные элементы полета (фигуры пилотажа)? (– да; – нет).
6. Есть ли у Вас чувство грусти от мысли об окончании летной практики? (– да; – нет).
7. Хотелось бы Вам вернуться для прохождения дальнейшей летной практики в этот полк? (– да; – нет; – лучше в другой полк, укажите какой).
8. Хотелось бы Вам, чтобы в следующем разделе Вас обучал этот же летчик-инструктор? (– да; – нет; – лучше другой, укажите кто).
9. Способны ли Вы управлять в полете собой и своим психофизиологическим состоянием?
10. Поменялось ли Ваше отношение к процессу обучения?
11. Поменялось ли Ваше отношение к себе, в каком плане?

Таким образом, предложения для включения в Методику формирования у курсанта жизненно-важного интереса на недопущение негативных проявлений личностного фактора в полете путем обоснования и определения 5 реперных точек в программе летного обучения, в которых рекомендуется проводить экспесс-тестирование, с выводом коэффициентов, что позволит оценить психологическо-эмоциональное состояние курсанта, снизить риски, которые могут возникнуть в процессе негативных проявлений личностного фактора в полете, а анализ по каждому курсанту в отдельности и составление скелета его деятельности (моральной устойчивости, способности принять единственно правильное решение в полете при экстренной ситуации при дефиците времени, способности защитить своего ведущего, товарища, сохранять секреты, к которым он допущен и т.д.).

Список литературы:

1. Румянцев С.В. Организация формирования личности военного летчика / С.В. Румянцев // Научно-методический сборник научных статей по материалам военно-научной конференции: «Направления совершенствования воздушно-космической обороны Российской Федерации. Проблемы и пути решения». – Тверь : ВА ВКО, 2023. – С. 11–18.
2. Румянцев С.В. Анализ процесса теоретического обучения в аспекте подготовки летчиков в области безопасности полетов // С.В. Румянцев // Вестник Краснодарского высшего военного авиационного училища летчиков. Сборник научных статей научно-педагогических работников и соискателей (специальный выпуск). – 2023. – № 2. – С. 18–23.

УДК 621.794

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ
И ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЛОПАТОК ТУРБИН АВИАЦИОННЫХ ГТД**



**STUDY OF THE COOLING EFFICIENCY AND THERMAL PROTECTION
OF AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINE BLADES**

Панков В.П.

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

Аннотация. Целью исследований являются современные жаропрочные сплавы лопаток турбин, методы их охлаждения, организация их конструктивного воздушного охлаждения, применение теплозащитных покрытий.

Ключевые слова: лопатка турбин, сплав, жаропрочность, методы охлаждения, теплозащитные покрытия.

Pankov V.P.

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

Nefedovsky V.A.

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

Abstract. The purpose of the research is modern heat-resistant alloys of turbine blades, methods of cooling them, organizing their structural air cooling, and the use of heat-protective coatings.

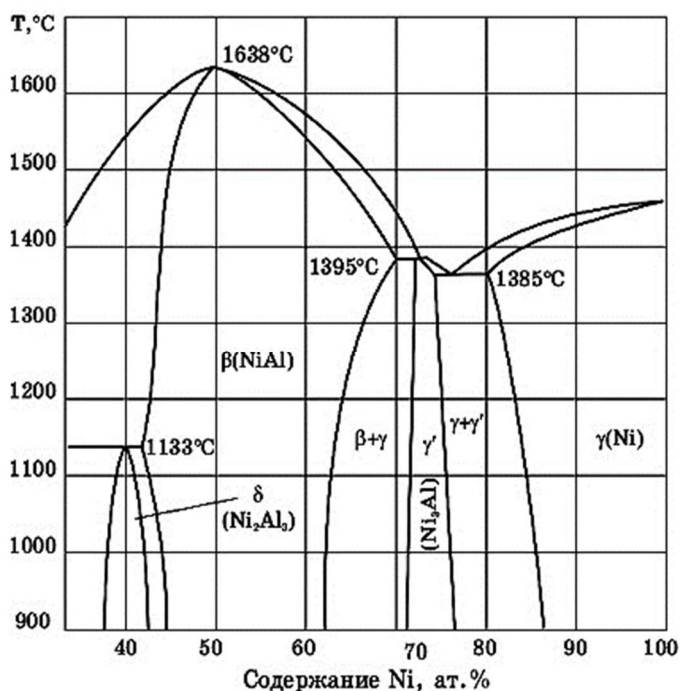
Keywords: turbine blade, alloy, heat resistance, cooling methods, heat-protective coatings.

Развитие технологий производства сплавов для лопаток турбин ГТД позволило перейти от равноосной к направленной, а затем к монокристаллической структуре и получить жаропрочные сплавы, способные длительно выдерживать высокие нагрузки и температуры.

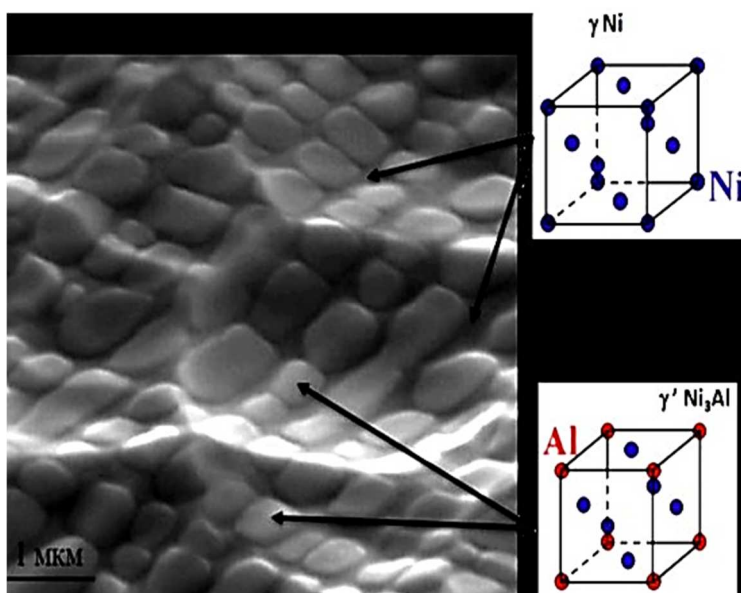
Современные монокристаллические никелевые сплавы, применяемые при производстве лопаток газотурбинных двигателей, имеют ГЦК-структуру, содержащую матрицу γ и упрочняющую фазу γ' (рис. 1б). Фазовая диаграмма системы Ni-Al приведена на рисунке 1, а. В современных монокристаллических жаропрочных никелевых сплавах в качестве легирующих добавок используются более 18 элементов (В, С, Al, Ti, V, Cr, Co, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, La, Ce, Hf, Ta, W, Re, Ru) [1, 2, 3, 4].

Введение рения (Re), а также увеличение содержания тугоплавких элементов: тантала (Ta), вольфрама (W), молибдена (Mo) характерно для жаропрочных сплавов второго поколения. Добавки вольфрама и молибдена приводят к упрочнению и повышению стойкости к сульфидной коррозии. Достижения в микроструктурной стабильности сплавов заключались в управлении образованием топологически плотноупакованных (ТПУ) фаз.

Для сплавов третьего поколения увеличено содержание рения (порядка 5–6 масс. %), тантала и вольфрама, что привело также к повышению микроструктурной стабильности и улучшению литейных качеств. Разработка четвертого и последующих поколений акцентируется на введении в состав сплавов добавок рутения (Ru) и рения (Re), что привело одновременно к стабилизации фазового состава, увеличению плотности и повышению сопротивления ползучести сплавов, снижению вероятности выделения топологически плотноупакованных фаз.



а)



б)

Рисунок 1 – Сплавы системы Ni-Al:
а – фазовая диаграмма, б – типичная микроструктура Ni₃Al

Повышение жаропрочности современных никелевых сплавов сопровождается постепенным снижением содержания хрома с 6–9 масс. % до 2–4 масс. %. Хром, образуя самостоятельные фазы на основе $\alpha\text{-Cr}$, ζ -, μ -фаз и карбидов M_{23}C_6 , M_6C , снижает механические свойства, но при этом значительное уменьшение содержания хрома приводит к снижению жаростойкости сплавов. Для уменьшения образования ТПУ фаз на первоначальных этапах развития сплавов увеличивали содержание кобальта (Co) с 5–7 масс. % до 11–12 масс. %. Для современных сплавов наблюдается обратная тенденция, например для сплава MC 653 и MC-NG характерно отсутствие Co. Добавки титана приводят к образованию фазы γ' ($\text{Ni}_3(\text{Al},\text{Ti})$), обладающей большой упрочняющей способностью и стабильностью, но при этом при повышенном содержании ухудшается

жаропрочность и технологическая деформация сплавов. В сплавах последних поколений титана в составе нет. Легирование гафнием и ниобием позволяет повысить сопротивление ползучести и жаропрочность сплавов. При введении в состав редкоземельных металлов на уровне 0,01...0,05 масс. % существенно снижается диффузия по границам зерен и соответственно возрастает жаропрочность. Современные методы получения отливок позволяют минимизировать содержание примесей таких элементов как кремний (до 1 %), марганец (0,3 %), железо (3 %) и сера, которые могут существенно снизить пределы текучести и длительной прочности сплавов. Высокие физико-механические свойства жаропрочных сплавов при высокотемпературном воздействии во многом определяются сложным химическим составом. У большинства жаропрочных никелевых сплавов при комнатной температуре модуль упругости находится в пределах от 126 ГПа до 140 ГПа (кристаллическое направление [001]) и с ростом температуры уменьшается в 2 раза по мере достижения температуры 1200 °С. Независимо от производителя и кристаллографического направления для жаропрочных сплавов характерно резкое изменение свойств в температурном интервале 750–900 °С (рис. 2). Такое изменение в свойствах объясняется сменой механизма дислокационного скольжения.

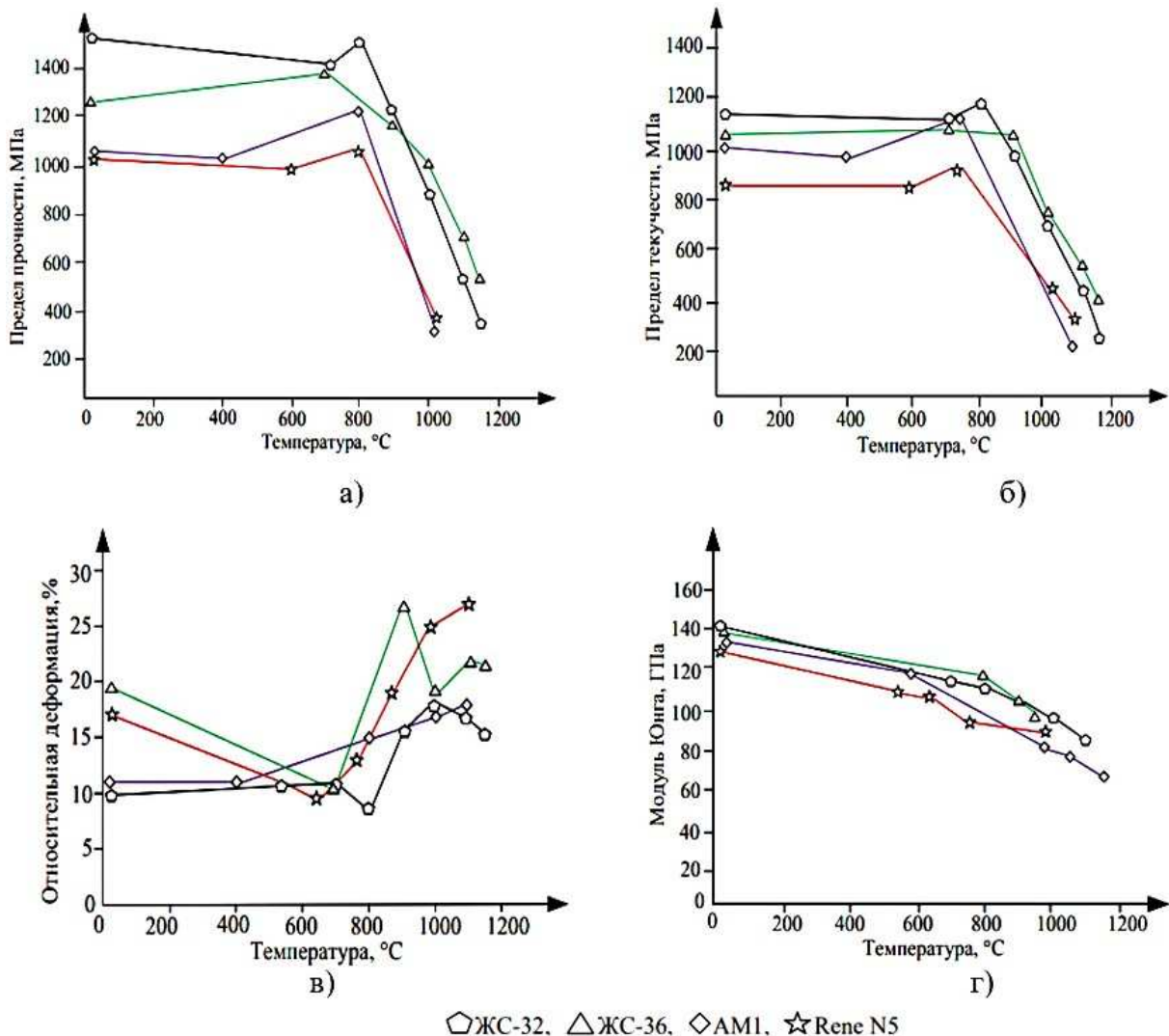


Рисунок 2 – Зависимость физико-механических свойств монокристаллических никелевых сплавов от температуры

Выше этих температур прочность γ' фазы снижается и сплавы проявляют склонность к быстрой потере прочности по мере того, как температура приближается к 1000 °С.

Если рассматривать характеристики лучших отечественных материалов, применяемых в настоящее время, то, как следует из рисунка 3, где представлена зависи-

мость изменения величины предела прочности σ_B от параметра Мюллера-Ларсена $P = T_{л} \cdot (\lg t + 20)$, связывающего в единую зависимость температуру металла лопатки ($T_{л}$) в градусах Кельвина и требуемую длительность её ресурса (t) в часах [5], и сравнить, для примера, характеристику двух материалов, ЖС26 и ВКЛС-20, то при величине $\sigma_B = 16 \text{ дан/мм}^2 = \text{Const}$ параметр P меняется от 29×10^3 до $30,3 \times 10^3$, т.е. увеличивается на 4,3 %.

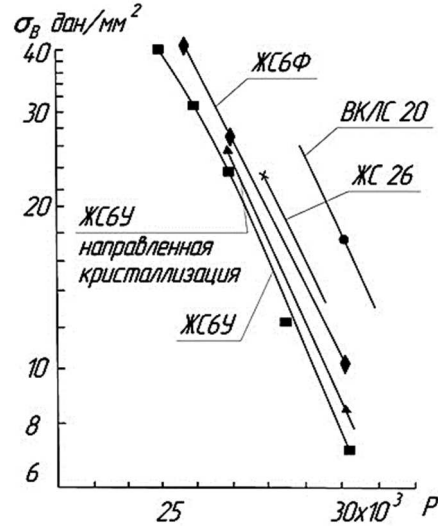


Рисунок 3 – Зависимость изменения величины предела прочности σ_B от параметра Мюллера-Ларсена

Таким образом, применение лучшего в настоящее время материала ВКЛС-20, при исходной температуре лопатки ($T_{л}$) = 1173К, допустимой для сплава ЖС26, позволяет снизить температуру лопатки примерно на 50,4° или на такую же величину повысить температуру газа перед турбиной. Очевидно, что значительно больший эффект можно получить от совершенствования системы охлаждения [6].

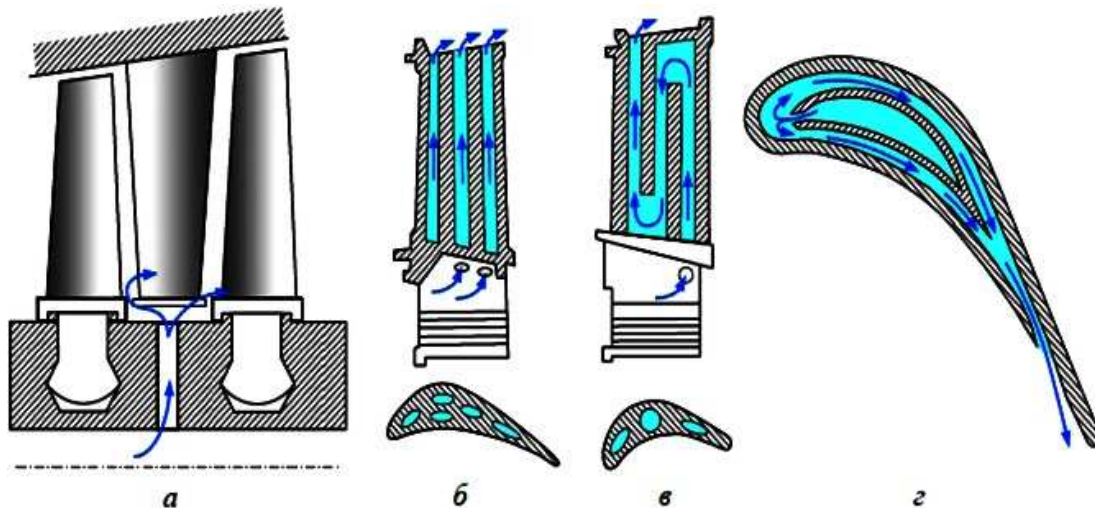


Рисунок 4 – Системы охлаждения лопаток турбин:
а) наружная открытая система; б, в, г – внутренние открытые системы охлаждения

Жаропрочные сплавы лопаток турбин, способные длительно выдерживать высокие нагрузки и температуры, должны иметь эффективные системы охлаждения.

Методы охлаждения делятся на три основные группы:

- конвективное (внутреннее) – греющий газ и охладитель разделены телом защищаемой от перегрева детали;
- заградительное (наружное, внешнее) – охладитель отделяет (оттесняет) горячий газ от поверхности детали, препятствуя поступлению в нее тепла;

– комбинированные (конвективно-заградительное) – снижение температуры детали осуществляется благодаря одновременному действию 1-го и 2-го методов.

В современных газовых турбинах при использовании в качестве охлаждающей среды воздуха могут быть осуществлены все три указанные выше метода охлаждения.

Организация воздушного охлаждения наиболее проста по конструкции, имеет высокую надежность в эксплуатации и поэтому получила наибольшее распространение. При проектировании систем охлаждения стремятся к сокращению общего расхода охлаждающего воздуха, отбираемого из компрессора и, следовательно, к повышению КПД двигателя.

Конвективное воздушное охлаждение лопаток газовых турбин реализует два варианта охлаждения (рис. 5):

- направление воздуха через внутреннюю полость, с возможностью установки профилированного дефлектора, либо отверстия вдоль пера лопатки;
- направление воздуха по направлению вдоль профиля через пространство между внутренним дефлектором и профилем лопатки.

Другой вариант, заградительное охлаждение лопаток турбин, осуществляется вдувом на наружную поверхность через щели или отверстия в стенке относительно холодного воздуха («пленочное охлаждение») либо применением пористого материала («пористое охлаждение»).



Рисунок 5 – Принципиальные схемы воздушного охлаждения лопаток

Наиболее продуктивным для защиты наиболее нагретых участков профиля является пленочное охлаждение, особенно для входной и выходной кромок. В этом случае реализуемая система охлаждения лопатки становится комбинированной заградительно-конвективной: конвективное охлаждение средней части профиля выполняется в сочетании с пленочным охлаждением кромок.

Рассматривались схемы с применением в качестве теплоносителя воздуха и пара в открытых и замкнутых схемах. Открытые схемы включают в себя конвективное, пленочное и пористое охлаждение. Замкнутые схемы – только конвективное охлаждение. Однако, расход хладагента может быть настолько велик, что прирост затрат на охлаждение будет нивелировать прирост мощности, вызванный увеличением температуры газа перед турбиной [7, 8].

На рисунке 6, а показано влияние величины температуры газа на входе в турбину на расход охлаждающего воздуха при различных способах охлаждения при заданной температуре лопатки.

С увеличением температуры газа растет потребность в охладителе. Минимальное количество охладителя требуется при паровом пористом охлаждении из-за того, что теплоемкость пара выше чем у воздуха. Максимальный расход охладителя в случае конвективного воздушного охлаждения с увеличением температуры газа на входе в турбину увеличивается быстрее по сравнению с остальными способами охлаждения.

Рисунок 6, а наглядно показывает, что для современных турбин со значением температуры газа на входе порядка 1700К, паровое охлаждение является лучшим, в то

время как для воздушного охлаждения, воздушное пористое охлаждение (АТС) с последующим пленочным воздушным охлаждением (АFC) являются оптимальными вариантами.

На рисунке 6,б показаны потребные расходы теплоносителя при различных способах охлаждения лопаток с изменением степени повышения давления в компрессоре.

Таким образом, задача совершенствования системы охлаждения современных и перспективных конструкций лопаток газовых турбин должна решаться в двух направлениях.

Первое направление заключается в повышении эффективности охлаждения лопатки, при минимальных затратах охлаждающего воздуха.

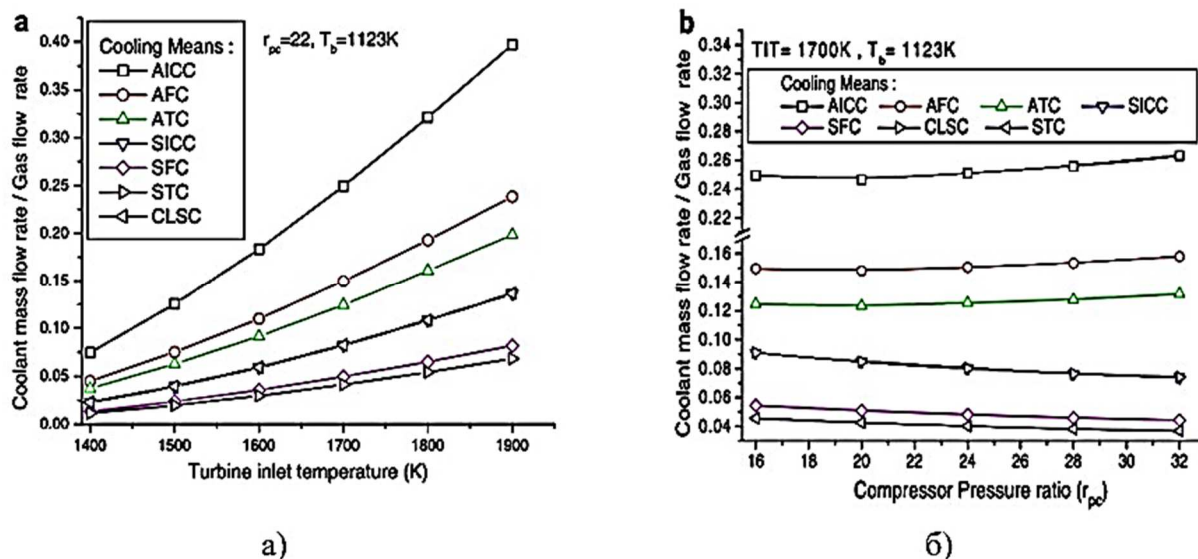


Рисунок 6 – Эффективность различных способов охлаждения: в зависимости от температуры газа на входе в турбину (а); в зависимости от степени повышения давления в компрессоре (б): AFC – воздушное пленочное охлаждение; AICC – внутреннее воздушное конвективное охлаждение, ATC – воздушное пористое охлаждение; CLSC – паровое охлаждение с замкнутым контуром; GT – газовая турбина; SICC – паровое конвективное охлаждение; SFC – паровое пленочное охлаждение; STC – паровое пористое охлаждение

Второе направление включает в себя разработку схем охлаждения и определение таких конструктивных параметров каналов перфорации, которые дают приемлемые по условиям прочности температурные градиенты материала лопатки в сочетании с небольшими дополнительными аэродинамическими потерями в турбине.

На рисунке 7 представлена конструктивная схема авиационной лопатки ТВД с конвективно-плёночным охлаждением, где величина:

$$T_{\Gamma,max}^* = 1700\text{K}, G_{\text{в.охл}} = 4.3 \%$$

и средняя величина эффективности охлаждения $\theta_{\text{ср}} = 0,43$.

Здесь:

$$\theta_{\text{ср}} = \frac{T_{\Gamma}^* - T_{\text{л}}}{T_{\Gamma}^* - T_{\text{охл}}^*},$$

где T_{Γ}^* , $T_{\text{охл}}^*$ и $T_{\text{л}}$ – соответственно, температуры газа, охлаждающего воздуха и материала лопатки.

Эта величина близка к эффективности охлаждения лопатки с конвективным охлаждением и винтоканальной матрицей. Все шесть рядов отверстий перфорации не доходят до корневого сечения примерно на пятую часть её высоты. На входной кромке лопатки располагаются три ряда отверстий перфорации диаметром 0,35 мм (–0,05 мм), наклонённых к периферии лопатки под углом 45°. На вогнутой стороне профиля име-

ются три ряда перфорации, при этом, первый ряд имеет диаметры каналов равные 0,35 мм, а два последующих – 0,47мм. Необходимо отметить, что существующие технологические методы изготовления каналов перфорации позволяют выполнять их с большой точностью $\Delta d_{\text{отв}} = (10...14 \%)$, в то время как выходные щели каналов охлаждения литых лопаток турбин выполняются со значительно большими отклонениями. Каналы перфорации ориентированы вдоль оси турбины, поэтому углы наклона струй охлаждающего воздуха, показанные на рисунке 7, относительно линий тока горячего газа, большие, примерно 30° . Очевидно, что этот угол желательно уменьшить примерно вдвое, тогда эффективность заградительного охлаждения увеличится, при сохранении уровня отбора охлаждающего воздуха из проточной части компрессора.

Другой способ повышения эффективности охлаждения состоит в увеличении количества рядов перфорации и, следовательно, суммарных расходов охлаждающего воздуха.

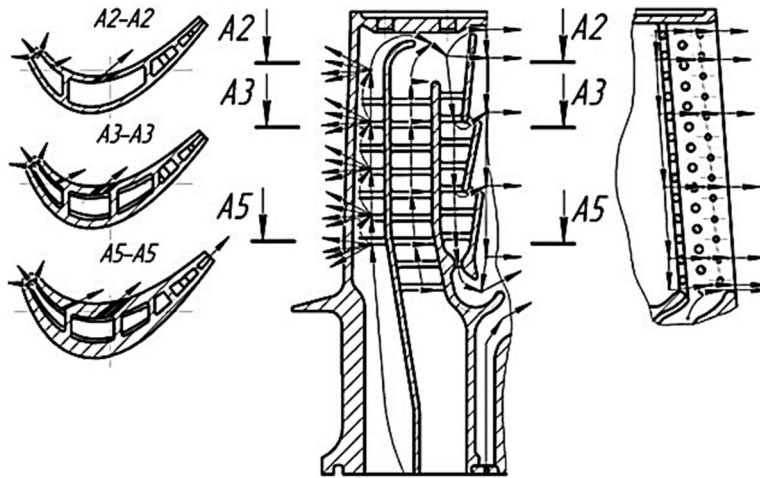


Рисунок 7 – Конструктивная схема лопатки рабочего колеса ТВД с плёночным охлаждением

На рисунке 8 показан профиль среднего сечения охлаждаемой лопатки рабочего колеса ТВД [8, 9] повышенной эффективности охлаждения, с десятью каналами перфорации, расход охлаждающего воздуха равен $G_{\text{в.охл}} = 5,2 \%$, $\theta_{\text{ср}} = 0,5...0,6$, где максимальная величина эффективности охлаждения относится к средней части профиля. Эта лопатка имеет прямые рёбра – турбулизаторы на внутренней поверхности профиля. При расположении ребер в наклонном, относительно оси турбины положении, конвективная составляющая эффективности охлаждения могла бы повыситься, тем самым увеличивая суммарную среднюю эффективность охлаждения лопатки в целом (табл. 1).

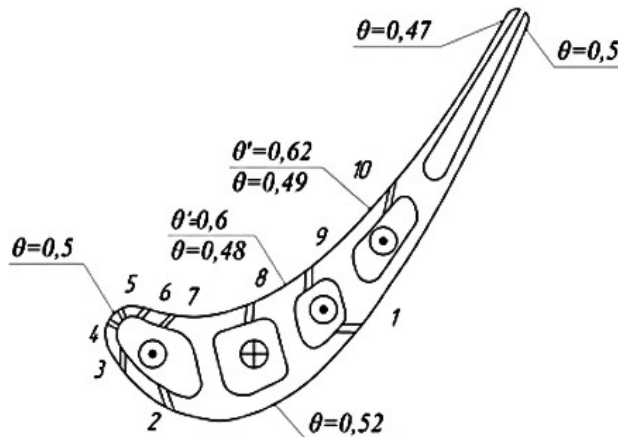


Рисунок 8 – Профиль среднего сечения лопатки ТВД с плёночным охлаждением:

- 1) каналы 8,9 – отсутствуют, $\theta_{\text{ср}} = 0,58$; $G_{\text{в.охл.}} = 5,13 \%$;
- 2) имеются дополнительные каналы 8,9, $\theta_{\text{ср}} = 0,63$

Таблица 1 – Расход воздуха по каналам лопатки

№ ряда	1	2	3	4	5	6	7	8	Вых. кромка
G _в , %	0,45	0,28	0,27	0,4	0,39	0,48	0,48	0,54	1,23

Типовыми и наиболее распространёнными дефектами современных высокотемпературных охлаждаемых лопаток турбин, связанных с недостаточной эффективностью системы охлаждения, выявляемой в процессе эксплуатации, являются трещины на входной и выходной кромках, нарушение (сколы) теплозащитного покрытия, перегрев материала и, в крайнем случае, обрывы лопаток. Не все эти дефекты в полном объёме можно связать с недостаточной эффективностью системы охлаждения лопатки. Однако очевидно, что отверстия перфорации на входной кромке являются концентраторами напряжений. Поэтому целесообразно рассмотреть вариант охлаждаемой лопатки без перфорации входной кромки. Такого типа лопатка представлена на рисунке 9 с комбинированной конвективно-плёночной системы охлаждения с четырьмя каналами подвода охлаждающего воздуха из её замковой части. Входная кромка имеет конвективное охлаждение закрученным потоком, подаваемым из радиального канала через отверстия, расположенные в перегородке.

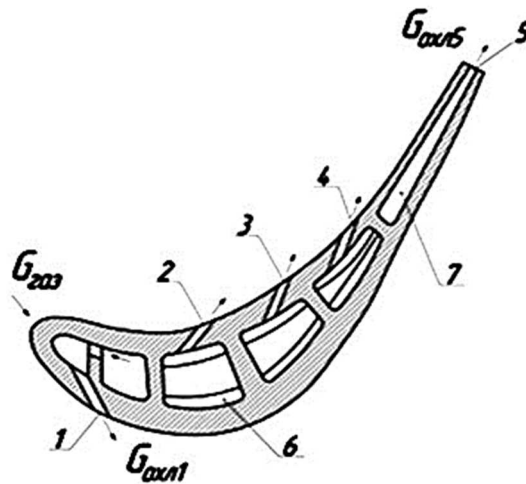


Рисунок 9 – Охлаждаемая лопатка без перфорации входной кромки (циклонная схема охлаждения входной кромки)

Выход закрученного потока осуществляется через каналы диаметром 1,0 мм, расположенные на спинке профиля, где имеет место максимальное разрежение газа, под углом к оси турбины равным 45°. Тем самым обеспечивается большой расход охлаждающего воздуха через этот ряд отверстий, примерно 1,5 % и высокий уровень интенсивности охлаждения $\theta_{cp} = 0,5$. Между входным радиальным каналом, откуда подаётся воздух в полость входной кромки, и выходной щелью имеются три радиальных канала, с наклонными рёбрами турбулизаторов (на схеме элемент 6), высотой 0,4 мм. Через отверстия перфорации (на схеме элементы 2, 3, 4) охлаждающий воздух подводится к наружной поверхности корыта профиля. Показанный на схеме элемент 7 является вихревой матрицей. Для улучшения конвективной составляющей охлаждения лопатки могут применяться вихревые матрицы, образованные компланарными рёбрами, расположенными под углом к оси двигателя, которые соприкасаются друг с другом по средней линии профиля (рис. 10). Лопатки такого типа работоспособны при температуре газа на входе в турбину несколько выше 1840К. Каналы охлаждения малого диаметра изготавливаются индивидуальным электроэрозионным «сверлением», вращающимся трубчатым электродом с прокачкой рабочей среды через внутреннюю полость. Таким образом, современные технологические возможности позволяют каждый канал плёночного охлаждения изготавливать индивидуально, с острым углом относительно наружной поверхности профиля не более 16...24° и ориентированных в радиальном

направлении таким образом, чтобы дискретные струи образовывали сплошную пелену, приближающуюся по эффективности охлаждения к сплошной щели. По существу, в этом случае имеет место перекрёстный ток струй охлаждающего воздуха и горячего газа, способствующий их интенсивному перемешиванию. Струя, движущаяся под углом к сносящему потоку, искривляется. При этом, пелена интенсивно «прижимается» к поверхности пера лопатки вследствие эффекта Коанда, состоящего в том, что при истечении плоских струй под острым углом к поверхности создаётся зона разряжения, вследствие подсоса между струёй и этой поверхностью. Условно принимается, что параметры охлаждающего воздуха в месте прилегания пелены и в месте его выпуска одинаковы [7, 8, 9].



Рисунок 10 – Охлаждаемая лопатка с вихревой матрицей

Применение теплозащитных покрытий (ТЗП) позволяет существенно понизить термические напряжения на охлаждаемых лопатках, увеличить их долговечность, повысить температуру газа перед турбиной.

Разработанные ТЗП, нанесенные на лопатки турбин ГТД состоят из слоев, каждый из которых имеет заметно отличающиеся физические, тепловые, и механические свойства, создавая по существу комплексную структуру покрытия (рис. 11).



Рисунок 11 – Микроструктура комплексного защитного покрытия, включающего жаростойкое покрытие и ТЗП со столбчатой структурой (×250)

Пять слоев в современной системе ТЗП созданы из различных материалов со специфическими свойствами и функциями:

- основной сплав (непосредственно материал лопатки);

- термобарьерный слой;
- связующее покрытие;
- термически выращенный оксид (TGO);
- керамическое поверхностное покрытие.

Основной сплав – жаропрочный сплав с интерметаллидно-карбидным упрочнением (рис. 12). Материал лопатки охлаждается воздухом изнутри или через внутренние полые каналы, таким образом, устанавливая температурный градиент поперек стенки изделия.

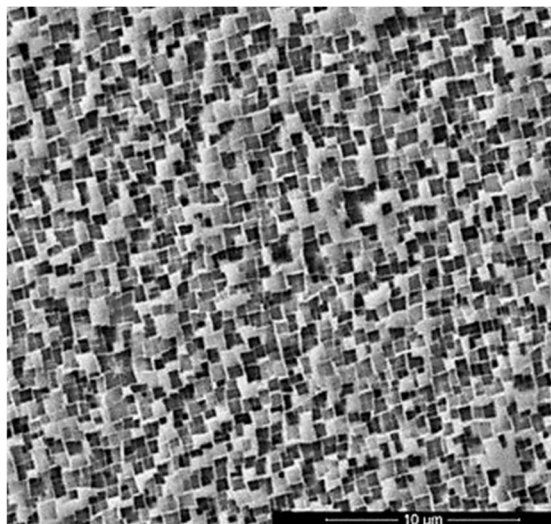


Рисунок 12 – Вид γ -фазы сплава лопатки турбин после термической обработки (x10000)

Термобарьерный слой для снижения диффузионного обмена между покрытием и сплавом в комбинированном покрытии толщиной 20–30 мкм.

Связующее покрытие – устойчивый против окисления металлический слой, NiCrAlY толщиной 75–80 мкм, он по существу диктует адгезию ТЗП.

При пиковых эксплуатационных условиях температура связующего покрытия в газотурбинных двигателях обычно превышает 700 °С, приводя к окислению связующего покрытия и неизбежному формированию третьего слоя – термически выращенного оксида (TGO; толщина 5–15 мкм) между связующим покрытием и керамическим поверхностным покрытием.

Сквозная пористость, которая всегда существует в поверхностном керамическом покрытии, позволяет легкое проникновение кислорода из эксплуатационной среды к связующему покрытию. Кроме того, даже если поверхностное покрытие было полностью плотным, чрезвычайно высокая диффузионная способность кислорода в керамическом поверхностном покрытии на базе ZrO_2 делает его «кислородопрозрачным» (рис. 13 а, б). Хотя формирование TGO неизбежно, идеальное покрытие связи проектируется, чтобы гарантировать, что TGO формируется как $\alpha-Al_2O_3$ и что его рост является медленным, однородным, и бездефектным. Такой TGO имеет очень низкую ионную диффузионную способность для кислорода и создает превосходный диффузионный барьер, замедляя дальнейшее окисление связующего покрытия. Для повышения жаростойкости покрытий лопаток турбин повышают запас алюминия в покрытиях, напыляют слои с высоким содержанием алюминия (BCDP16), однослойную или многослойную керамику на основе $ZrO_2 - 8Y_2O_3$ с подпылением Al_2O_3 , Si, Al для снижения ее пористости, обусловленную столбчатым строением (патент РФ № 2349679, 2402639, 2469129, 2272089). Интересными представляется исследования зигзагообразного керамического покрытия (YSZ), получаемый методом EB-DVD, разрабатываемое ВИАМ (рис. 13, в).

Керамическое поверхностное покрытие – это слой, обеспечивающий теплоизоляцию, состоит из ZrO_2 , стабилизированного Y_2O_3 . $ZrO_2 - Y_2O_3$ (YSZ) обладает комплексом свойств, которые делают этот материал наилучшим выбором для поверхностного покрытия. Диоксид циркония, благодаря меньшему модулю Юнга и большему температурному коэффициенту линейного расширения (ТКЛР), более совместим с жаропрочными сплавами. Он имеет один из самых низких из всех керамик коэффициентов

теплопроводности при повышенной температуре из-за высокой концентрации точечных дефектов (вакансии кислорода и замещенные атомы растворенного вещества) (рис. 12, 13, 14) [10].

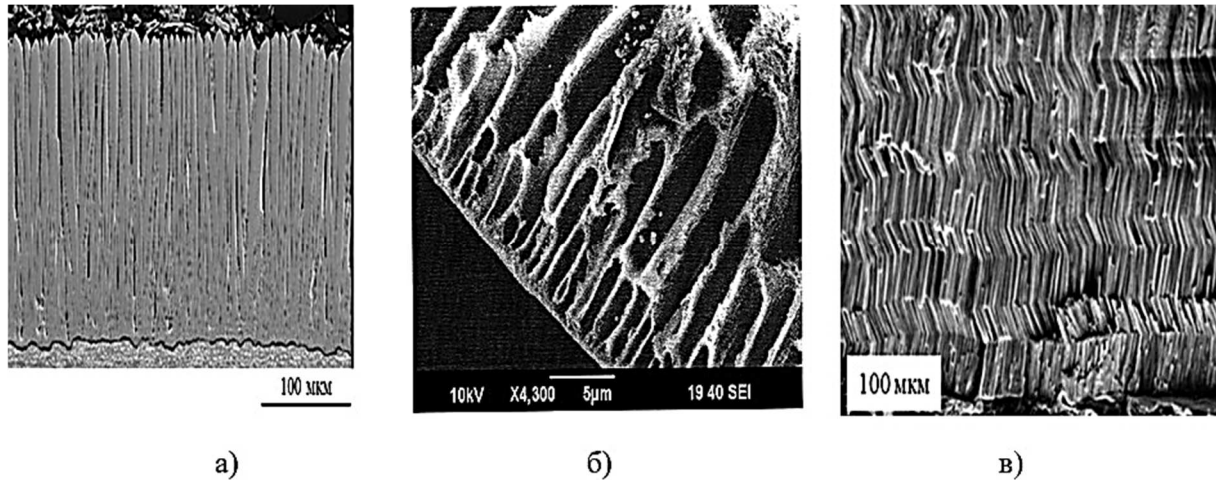


Рисунок 13 – Теплозащитное покрытие лопаток турбин ГТД:
 а) микроструктура керамического слоя покрытия;
 б) столбчатое строение керамического слоя по сечению покрытия;
 в) зигзагообразное керамическое покрытие (YSZ), получаемое методом EB-DVD

Максимальная долговечность ТЗП совпадает с максимальным содержанием тетрагональной фазы в структуре покрытия, содержащей небольшие количества моноклинной фазы. Небольшой долговечностью характеризуются покрытия, имеющие кубическую структуру.

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. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.
3. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 2(146). – С. 92–96.
4. Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174-179.
5. Медведев В.И. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Техническое регулирование. История. Развитие. Закон : монография / В.И. Медведев, В.П. Панков, В.В. Терехов, Д.В. Панков; Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 550.
6. 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.
7. Панков В.П. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных методом хромоалитирования в вакууме / В.П. Панков, В.Д. Ковалев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 2(182). – С. 85–92.
8. Панков В.П. Исследования сплавов и покрытий лопаток турбин газотурбинных двигателей в процессе эксплуатации / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 5 (137). – С. 36–40.
9. Панков В.П. Исследования комбинированных жаростойких покрытий лопаток турбин газотурбинных двигателей / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 3(135). – С. 26–30.
10. Исследование закономерностей формирования диффузионных покрытий, нанесенных хромоалитированием в вакууме / В.П. Панков, И.С. Арустамова, М.В. Степанова, А.Б. Фурсина, М.М. Арутюнян // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 10(190). – С. 460–467.

УДК 371.693.4

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИНТЕРАКТИВНЫХ ПРОГРАММНЫХ ТРЕНАЖЁРОВ
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ АВИАЦИОННОГО ВУЗА**



**TOPICAL ISSUES OF USING INTERACTIVE SOFTWARE SIMULATORS
IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF AN AVIATION UNIVERSITY**

Князев А.С.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее военное
авиационное училище лётчиков
knyazev.aleksei.87@yandex.ru

Попов А.Ю.

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

Шаров И.В.

Краснодарское высшее военное
авиационное училище лётчиков
ivanshar98@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы актуальности использования обучающих программ для подготовки авиационных специалистов. Определены достоинства интерактивных программных тренажёров, описаны отличительные особенности и методы применения в учебном процессе различных видов программных тренажёров. Представлены разработанные авторами интерактивные программные имитаторы многофункциональных индикаторов современных воздушных судов.

Ключевые слова: обучающая программа, программный тренажёр, имитатор многофункционального индикатора.

Knyazev A.S.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
knyazev.aleksei.87@yandex.ru

Popov A.Yu.

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

Sharov I.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
ivanshar98@gmail.com

Abstract. The article discusses the relevance of the use of training programs for the training of aviation specialists. The advantages of interactive software simulators are determined, the distinctive features and methods of using various types of software simulators in the educational process are described. Interactive software simulators of multifunctional indicators of modern aircraft developed by the authors are presented.

Keywords: training program, software simulator, simulator of a multifunctional indicator.

В современных условиях развития авиационной техники необходимо решать задачи по подготовке специалистов для ВКС на высоком уровне [1]. Для изучения кабин учебных самолётов при обучении личного состава в авиационном вузе возможно использовать комплексные авиационные тренажёры или настоящие воздушные суда (ВС). Однако, обучение на реальной технике в одних случаях является невозможным, а в других нецелесообразным. Использование для обучения комплексного тренажёра на учебных занятиях по различным дисциплинам ограничено в силу того, что тренажёр предназначен, в первую очередь, для привития первичных навыков управления воздушным судном, а не для теоретического обучения.

Наиболее простым и доступным способом достижения целей обучения является использование специальных программных тренажёров, которые могут использоваться в рамках специальных методик обучения для подготовки курсанта-лётчика к принятию правильных и быстрых решений. Программные тренажёры позволяют сформировать у обучающегося навыки действий моторно-рефлекторного и когнитивного типа в сложных ситуациях, понять сущность протекающих процессов и их взаимную зависимость. Поэтому использование программных средств обучения для повышения качества подготовки личного состава при изучении современных типов учебных самолётов является актуальным.

Программу, предназначенную для выработки у учащихся устойчивых навыков действий и обеспечивающую выполнение необходимых для этого функций преподавателя, можно определить как программный тренажёр. Опыт применения программных тренажеров в учебном процессе позволяет выделить следующие положительные моменты: учитывается индивидуальный темп работы учащегося, который сам управляет учебным процессом, сокращается время выработки необходимых умений и навыков, увеличивается количество тренировочных заданий, легко достигается уровневая дифференциация, повышается мотивация учебной деятельности [2–5].

Программный тренажер должен предусматривать:

Генерацию или выбор последовательности однотипных заданий по определенной теме и предъявление их обучающемуся.

Представление обучающемуся средств выполнения заданий в интерактивной форме, подразумевающей взаимодействие, двусторонний обмен информацией.

Представление обучающемуся консультации или образца решения по его требованию.

Анализ действий обучающегося с качественной оценкой результатов и выдачей рекомендаций по достижению наилучших результатов.

Можно выделить несколько классов программных тренажеров, которые используются в учебном процессе:

- электронный программный экзаменатор;
- демонстрационный (иллюстративный) тренажер;
- тренажеры, обучающие распознаванию образов;
- тренажеры, обучающие работе по алгоритму;
- тренажеры, обучающие моторным навыкам;
- тренажеры, обучающие поведению в нештатных (и(или) аварийных) ситуациях.

Эффективное применение тренажеров в учебном процессе позволяет значительно уменьшить число ошибок, увеличить скорость манипуляции и принятия решений, сократить время обучения, более адекватно оценивать уровень полученных знаний и приобретённых навыков, индивидуализировать обучение, формировать выводы по действиям обучающегося.

Интерактивный тренажер – это программа, предназначенная для самостоятельного изучения (или повторения) с одновременным контролем знаний по определённой теме. Существует два режима его работы:

Демонстрационный (иллюстративный) – обеспечивает непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения, представляет теоретический материал и обеспечивает визуализацию полного аналитического решения конкретной задачи;

Тренировочный или оценочный.

Все интерактивные задания в интерактивном тренажере должны предполагать наличие обратной связи, возможности коррекции действий и возможности совершать практические действия. К интерактивным заданиям в тренажере можно отнести последовательности вопросов и интерактивными подсказками и практикумами. Интерактивные тренажеры используются на различных этапах урока: актуализация знаний, постановка темы урока, изучение и закрепление нового материала, домашнее задание, самостоятельная работа, проверка знаний.

Ниже представлены разработанные авторами статьи интерактивные программные тренажеры. К демонстрационным тренажерам относятся разработанные компьютерные программы, позволяющие ознакомиться с содержанием информационных кадров на МФИ [6]. Их функционал реализован в упрощённом виде. В окне программы отображается лицевая панель МФИ с кнопками, нажимая на которые переключаются статичные изображения, взятые из РЛЭ. Такие программы реализованы для самолётов ДА-42Т, Л-410УВП-Е20, Як-130. Реализованы в различных средах программирования (Delphi, Flash, SimInTech) (рис. 1).

Написание одинаковых по функционалу программ в разных средах обусловлено тем, что в случае с SimInTech такая программа является первым шагом на пути создания анимированной индикации.



Рисунок 1 – Демонстрационный тренажёр в виде компьютерной программы:
а) в программе Flash; б) в программе SimInTech

Разработка программы в формате flash выполнена для внедрения в электронные учебные пособия формата HTML (в программе Biblio), которые загружаются в электронные библиотеки и могут использоваться как непосредственно на ПК, так и дистанционно. Пример внедрения такой программы для самолёта Л-410УВП-Е20 представлен на рисунке 2.

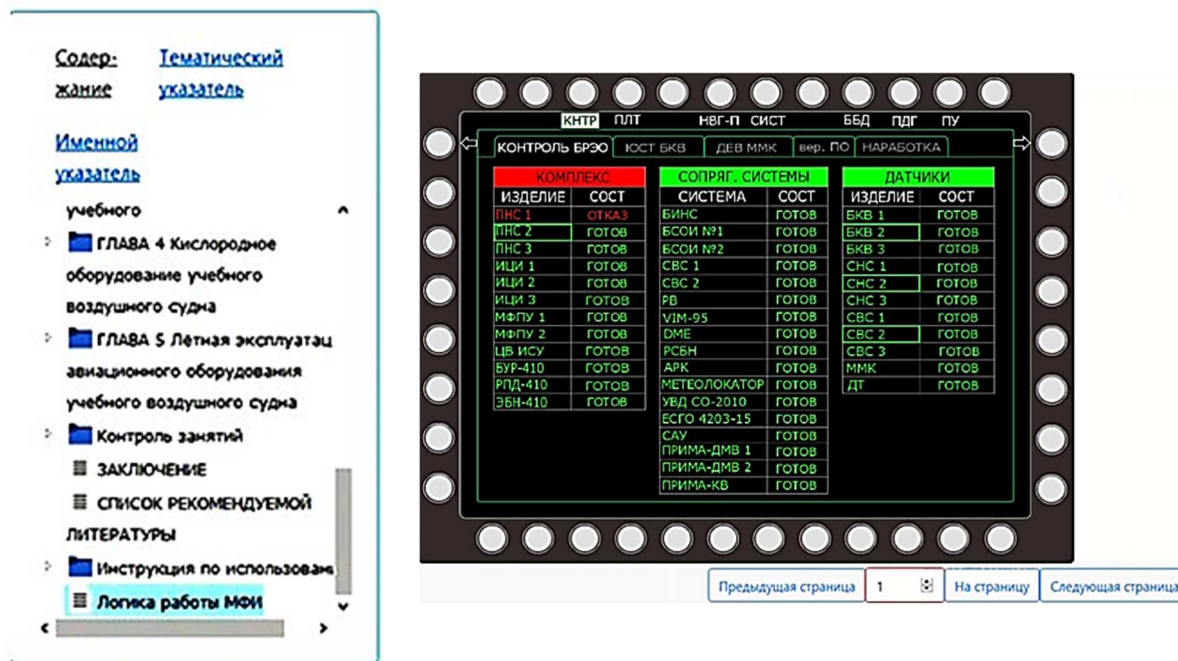


Рисунок 2 – Флэш-программа для изучения МФИ самолёта Л-410УВП-Е20 в составе ЭУП, разработанного в программе Biblio

Демонстрационные тренажёры могут использоваться во время учебных занятий в любой аудитории путём отображения окна программы на большом экране, благодаря чему все обучающиеся одновременно могут видеть информационные кадры и запоминать их содержание и последовательность работы с ними (рис. 3).

К тренажёрам, обучающим распознаванию образов, можно отнести компьютерные программы, обладающие большими возможностями по сравнению с рассмотренными выше примерами. Внешне такие программы выглядят так же, как и демонстраци-

онные, поэтому при первом знакомстве многие не знают и не подозревают о дополнительных возможностях, состоящих в том, что информационные кадры содержат динамически изменяющуюся индикацию. Для этого исходя из представленной в РЛЭ информации все элементы индикации (индикаторы, шкалы, стрелки, индексы) разработаны (воспроизведены) с использованием инструментов программных средств. В программе SimInTech был реализован человеко-машинный интерфейс, заложенный в работу МФИ [2]. Разработанная программа может использоваться на ПК с операционными системами Windows или Linux.



Рисунок 3 – Применение разработанного программного имитатора МФИ на учебных занятиях

Каждый информационный кадр из РЛЭ при разработке соответствующей ему субмодели был использован как фон, поверх которого в графическом редакторе были отрисованы все статичные (неподвижные) элементы, включая шкалы индикаторов. После этого исходный фон был удалён, а созданный слой со шкалами и рамками стал статической основой кадра. Помимо этого, субмодель каждого кадра содержит динамически изменяющиеся элементы (текстовые или цифровые метки, стрелки, индексы), имеющие свойства, одним из которых является значение отображаемого параметра. Это значение можно указать явно, прописав в соответствующей строке числовое значение, а также через переменную или сигнал. Значения переменных и сигналов можно изменять через программный код в скрипте каждой субмодели. На рисунке 4 представлены свойства стрелки индикатора приборной скорости «Vpr_strelka» и фрагмент кода в скрипте субмодели «Kadr_PIL», позволяющий при изменении значения приборной скорости (сигнал Sim_Vpr) реализовать нелинейное изменение угла поворота стрелки соответствующего индикатора.

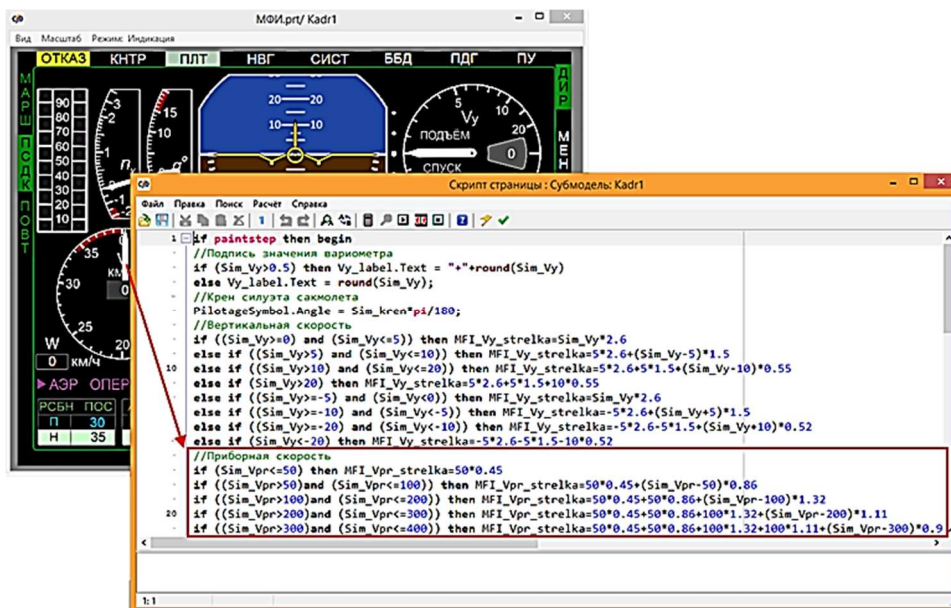


Рисунок 4 – Задание угла поворота элемента «Vpr_strelka» через свойства элемента и скрипт страницы

В программе создана база данных всех сигналов (рис. 5), значения которых используются в свойствах соответствующих элементов субмоделей информационных кадров.

№	Категории	№	Группы сигналов	№	Имя	Название	Тип данных	Формула	Значение	Способ расчёта
1	XPlane	1	Sim	1	Vpr	Приборная скорость от симулятора	Веществен...		51.68559	Переменная
2	Model			2	Hbag	Барометрическая высота от симуля...	Веществен...		649.26996	Переменная
3	Arduino			3	Hrv	Радиовысота от симулятора	Веществен...		0	Переменная
				4	tanpaj	Угол тангажа от симулятора	Веществен...		39.646292	Переменная
				5	Vy	Вертикальная скорость от симулятора	Веществен...		15.858517	Переменная
				6	krep	Угол крена от симулятора	Веществен...		-28.988646	Переменная
				7	kurs	Угол курса от симулятора	Веществен...		26.32102	Переменная
				8	ataka	Угол атаки от симулятора	Веществен...		9.516245	Переменная
				9	skoljen	Угол скольжения от симулятора	Веществен...		7.9292585	Переменная
				10	Ny	Вертикальная перегрузка от симуля...	Веществен...		1.384628	Переменная

Рисунок 5 – База данных сигналов разработанной программы

Значения любого сигнала могут изменяться по желанию преподавателя вручную с помощью элементов управления (ползунков, кнопок, переключателей) (рис. 6), например, для имитации изменения режима работы системы или ввода отказа.

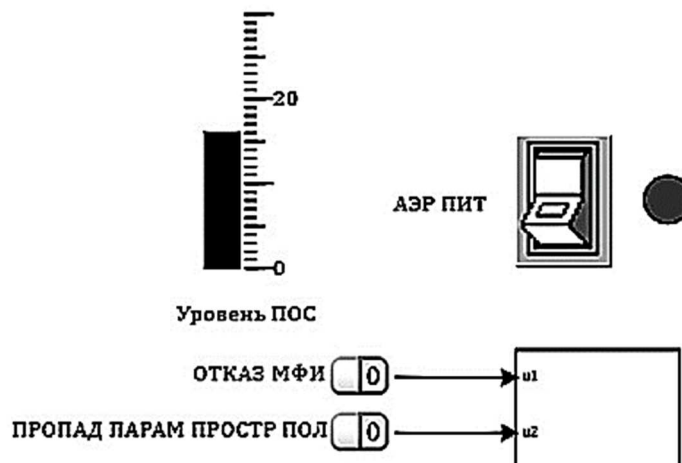


Рисунок 6 – Органы управления для управления режимами индикации в разработанной программе

Для формирования типовой индикации, соответствующей штатной работе, значения отображаемых параметров могут быть заданы в соответствии с нормальным режимом работы систем.

Для формирования у обучающихся образов, связанных с нештатной ситуацией при отказах, разработан модуль имитации признаков отказов (рис. 7).

Например, при активации кнопки «отказ двух МФИ» в окне программы отображаются черные прямоугольники, перекрывающие всю индикацию. При активации кнопки «пропадание параметров пространственного положения» снимаются с индикации силуэт самолёта, а также шкалы крена и тангажа на командно-пилотажном приборе. Признаки каждого отказа требуют качественной проработки и точного воспроизведения. Достоверность имитации каждого отказа необходимо оценивать с привлечением экспертов, имеющих соответствующий опыт эксплуатации конкретного типа ВС.

В отличие от предыдущих рассмотренных случаев применения компьютерных программ, для обучения по алгоритму требуется интерактивность в использовании программы.

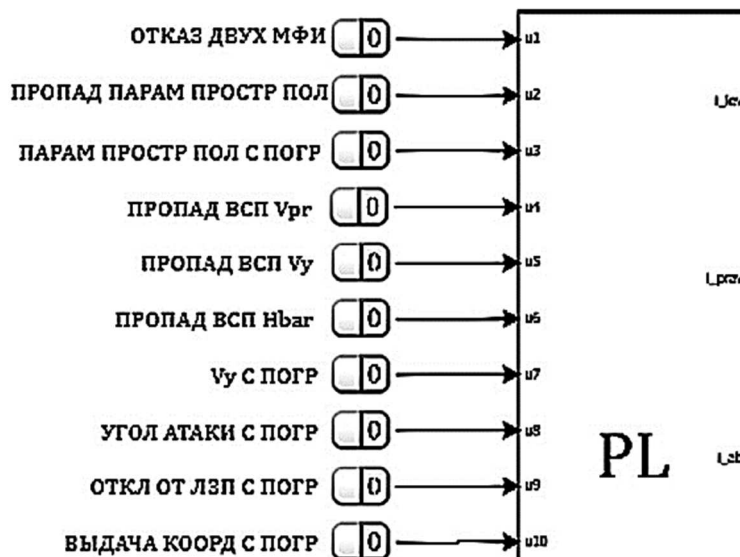


Рисунок 7 – Модуль имитации отказов в самолёте DA-42T

При использовании программ, имитирующих только работу МФИ, функционал такой программы ограничен только работой с данными и меню. Такие программы могут использоваться на ПК (рис. 8).



Рисунок 8 – Программные имитаторы МФИ на планшетах

Программные имитаторы МФИ на планшетах более компактны и автономны, а также не требуют переделки при использовании компьютерных программ для различных типов ВС.

Разработанные программы для обучения работе с МФИ позволяют запомнить последовательность переключения между информационными кадрами, освоить работу с меню и ввод данных при подготовке к полёту. Именно эти процедуры вызывают наибольшие трудности и занимают значительную часть времени на первом занятии на комплексном тренажёре. Поэтому после освоения МФИ с использованием компьютерной программы время освоения комплексного тренажёра может быть сокращено.

Список литературы:

1. Медведев В.И. Задачи подготовки военных специалистов для ВКС России / В.И. Медведев // Сборник материалов IX международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ, 2019. – С. 16–18.
2. Князев А.С. Использование программы имитации работы центральной информационной системы самолёта DA-42T в учебном процессе вуза / А.С. Князев, А.С. Антоненко, М.А. Лоптев, Е.М. Жданов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2022. – Т. 25. – № 3. – С. 61–72.

3. Афонин И.Е. Компьютерная интерактивная модель пульта управления и индикации учебно-боевого самолета / И.Е. Афонин, Д.А. Ермаков, Э.В. Коновальцев, М.А. Черных // Современные проблемы создания и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники: Материалы V всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 декабря 2021 года. – СПб. : Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2022. – С. 32–38.
4. Коновальцев Э.В. Программная реализация математической модели пульта управления и индикации учебно-боевого самолета / Э.В. Коновальцев, Д.А. Ермаков // Межвузовский сборник научных трудов: Сборник статей. Краснодар: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова» Министерства обороны Российской Федерации. – 2022. – С. 71–77.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021614677 Рос-сийская Федерация. Интерактивный процедурный тренажер первоначальной подготовки авиационного персонала / С.В. Румянцев, В.И. Медведев, А.В. Шевченко, Н.В. Капитанов; заявители и правообладатели С.В. Румянцев, В.И. Медведев, А.В. Шевченко, Н.В. Капитанов. Заявка № 2021613466; заявл. 16.03.2021; опубл. 29.03.2021, бюл. № 4. 1 с.
6. Попов А.Ю. Авиационное оборудование учебного самолета Л-410УВП-Е20, электронное учебное пособие / А.Ю. Попов, А.Е. Гузеев, А.В. Захарин, А.А. Науменко, А.С. Князев. – Краснодар : КВВАУЛ, 2023.

УДК 621.396.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК В ПОДВИЖНЫХ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ СТАНЦИЯХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫМИ ЧАСТЯМИ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ



THE USE OF ANTENNA ARRAYS IN MOBILE RADIO RELAY STATIONS IN ORDER TO INCREASE THE STABILITY OF CONTROL OF AVIATION UNITS AND DIVISIONS

Сухопаров П.Е.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
pavel_s1980@mail.ru

Понаморев А.В.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
dimalex25@bk.ru

Василевский А.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
avasilevski311@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена обоснованию актуальности использования радиорелейных станций радиосвязи для обеспечения устойчивого обмена информацией между взаимодействующими и подчиненными авиационными частями и подразделениями при их рассредоточении по разветвленной сети полевых аэродромов. Акцентировано внимание на то, что именно наличие устойчивой радиосвязи является обязательным условием для решения задач управления силами и средствами воздушно-космических сил. Рассмотрены особенности функционирования радиорелейной связи между полевыми аэродромами и приведены требования, предъявляемые к антеннам радиорелейной связи.

Ключевые слова: полевой аэродром, система связи, автоматизированная система управления, радиорелейная связь.

Sukhoparov P.E.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
pavel_s1980@mail.ru

Ponomarev A.V.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
dimalex25@bk.ru

Vasilevsky A.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
avasilevski311@yandex.ru

Abstract. The article is devoted to the substantiation of the practicality of using radio relay stations to ensure a stable exchange of information between interacting and subordinate aviation units and subdivisions when they are dispersed over an extensive network of field airfields. It is emphasized that it is the presence of a stable radio communication that is a prerequisite for solving the tasks of controlling the forces and means of the aerospace forces. The features of the functioning of radio relay communication between field airfields are considered and the requirements for radio relay communication antennas are given.

Keywords: field airfield, communication system, automated control system, radio relay communication.

В настоящее время в ряде ведущих стран, в первую очередь в США, активно развиваются новые высокотехнологичные средства вооруженной борьбы, в том числе высокоточное оружие (ВТО), которое уже находится в арсеналах целого ряда государств и широко используется ими при решении своих военно-политических и экономических проблем. Анализ опыта локальных войн и вооруженных конфликтов последних лет с участием стран блока НАТО позволяет сделать вывод о том, что средствам ВТО отводится существенная роль при решении тактических и стратегических задач.

В случае начала вооруженного конфликта противник массово применяет ВТО по командным пунктам (КП) системы государственного и военного управления, элементам системы противовоздушной обороны (ПВО) и другим объектам критической государственной инфраструктуры (крупные промышленные объекты, электростанции, узлы железнодорожного и воздушного транспорта и т.д.), в том числе по аэродромам базирования авиации воздушно-космических сил (ВКС).

Боеготовность и боеспособность авиации ВКС, как одной из составляющих ВС РФ, во многом определяется качеством системы управления, позволяющей своевременно и в полном объеме решать сложные и ответственные задачи, связанные с поддержанием на должном уровне обороноспособности государства. В соответствии с

этим на систему боевого управления и связи возлагаются задачи, основной из которых является своевременный и качественный обмен информацией в виде приема и передачи приказов и распоряжений нижним звеньям управления, получение донесений из подчиненных соединений и частей, обеспечение надежного взаимодействия между соединениями и частями ВКС в мирное и, особенно, в военное время.

В условиях угрозы нанесения противником массированного применения средств воздушно-космического нападения авиация ВКС, для повышения ее живучести, может быть рассредоточена по разветвленной сети полевых аэродромов. Однако такие аэродромы в силу своего географического положения и дефицита времени развертывания средств связи и радиотехнического обеспечения не всегда могут быть не оснащены полноценной системой связи и автоматизированной системой управления (АСУ) войсками и оружием. В этом случае могут быть использованы мобильные средства связи и АСУ.

В свою очередь системы связи и АСУ должны соответствовать требованиям [1], предъявляемым к ним системой управления ПВО по таким параметрам, как:

- своевременность – способность обеспечивать прохождение и обработку всех видов информации в заданные сроки или в реальном масштабе времени (при обеспечении требуемых уровней достоверности и безопасности связи);
- достоверность – способность обеспечивать воспроизведение передаваемых сообщений в пунктах приема с заданной точностью;
- безопасность – способность противостоять несанкционированному получению, уничтожению и (или) изменению информации, передаваемой (принимаемой, хранимой, обрабатываемой, отображаемой) с использованием технических средств связи и автоматизации управления, а также способность ликвидировать нарушение обмена информацией, возникшее вследствие всех видов воздействий на систему связи и АСУ, их элементы.

Эффективность функционирования средств связи и АСУ при ведении боевых действий может существенно снижаться в условиях применения противником средств РЭБ. Низкая эффективность применения каналов радиосвязи при постановке противником помех обусловлена тем, что резко ухудшается качество функционирования приемо-передающих устройств. Воздействие помех на приемо-передающие устройства системы, входящей в состав системы связи и АСУ аэродрома, затрудняет или исключает возможность приема сигналов и команд с вышестоящих звеньев управления и, следовательно, значительно затрудняет выполнение поставленной перед авиационным полком (дивизией) боевой задачи.

В случае рассредоточения средств авиационных частей и соединений по полевым аэродромам с одной стороны повышается их живучесть, но с другой стороны возникает ряд проблем, связанных с устойчивостью управления и взаимодействия по причине снижения качества передаваемой информацией в каналах радиосвязи, обусловленного ухудшением электромагнитной обстановки. Также определенные ограничения могут накладываться особенности рельефа местности, большие расстояния между аэродромами, а также удаленность пунктов управления (ПУ).

Возможности существующих полевых узлов связи авиационного полка по организационно-техническому построению, функциональной принадлежности элементов и специальным возможностям аппаратных станций могут существенно затруднять их готовность к обеспечению необходимым перечнем и качеством услуг связи должностных лиц вышестоящих пунктов управления, а также информационное обеспечение (поддержку) в принятии ими решений.

В таких условиях становится актуальным изыскание путей улучшения качества связи с взаимодействующими и подчиненными авиационными частями, рассредоточенными по разветвленной сети полевых аэродромов, с целью повышения устойчивости управления авиационными частями и подразделениями.

Одним из возможных направлений преодоления указанных трудностей является использование радиорелейных линий, что позволяет качественно обеспечивать решение поставленных задач как стационарными, так и подвижными КП [2]. Кроме того, такие каналы могут также использоваться в качестве резервных каналов связи для волоконно-оптических систем. При этом указанные системы связи сочетают в себе высокую надежность, возможность цифровой технологии передачи данных и высокую пропускную способность [3]. При этом возможность организации радиорелейной связи с за-

данными требованиями по обеспечению необходимого уровня живучести, помехоустойчивости, и рабочего сектора во многом определяется характеристиками антенн, используемых в системах радиорелейной связи и АСУ.

Необходимость существенного улучшения параметров радиотехнических систем управления войсками или создание новых перспективных средств связи ВКС диктует и повышение требований, предъявляемых к антенным системам, таких как уменьшение веса и габаритов антенн, заданная полоса пропускания, простота в эксплуатации, высокий энергетический потенциал радиолинии, надежность и т.д.

В соответствии с тем, что при организации взаимодействия с вышестоящими звеньями управления, а также с соседними полками в условиях территориального расщепления средств РТО и связи авиационных частей и соединений, прием приказов, сигналов и донесений формируется с различных азимутальных направлений, что приводит к необходимости обеспечения оперативной смены положения приемопередающей антенны. Кроме того для расширения зоны уверенного приема. Это, в свою очередь диктует необходимость использования специальных довольно громоздких антенно-мачтовых опорно-поворотных устройств, которые для расширения зоны уверенного приема должны иметь значительную высоту, что неизбежно приводит к снижению показателя оперативности при разворачивании и сворачивании пунктов связи на полевых аэродромах.

В условиях активного радиопротиводействия противника антенно-фидерные устройства радиорелейных систем связи и АСУ должны обладать высокой помехозащищенностью, что может быть достигнуто за счет снижения уровня бокового и заднего излучения.

Особое влияние на помехоустойчивость каналов радиорелейной связи, электромагнитную совместимость и их разведзащищенность от средств радиотехнической разведки оказывают характеристики излучения и, в первую очередь, диаграмма направленности. Так, повышение помехоустойчивости и разведзащищенности связано с возможностью формирования ДН с низким уровнем боковых лепестков (высоким коэффициентом защитного действия), высоким уровнем кросс поляризационной развязки, обеспечивающим возможность работы в системах с поляризационным уплотнением.

Для оценки влияния диаграммы направленности антенны на помехоустойчивость и разведзащищенность можно воспользоваться уравнением радиолинии I типа [4], на основании которого получено выражение характеризующее отношение сигнал/помеха на выходе антенны в виде:

$$Q = \frac{P_{nep}^{(1)} \eta_{nep}^{(1)} G_{nep}^{(1)} R_2^2}{P_{nep}^{(2)} \eta_{nep}^{(2)} G_{nep}^{(2)} R_1^2} \frac{|F_{np}(\theta_1, \varphi_1)|^2}{|F_{np}(\theta_2, \varphi_2)|^2}. \quad (1)$$

В соотношении (1) $P_{nep}^{(1)}$ представляет собой мощность передатчика полезного сигнала; $\eta_{nep}^{(1)}$ КПД передатчика полезного сигнала; $G_{nep}^{(1)}$ КНД антенны, используемой для передачи полезного сигнала; $P_{nep}^{(2)}$ мощность передатчика помехового сигнала; $\eta_{nep}^{(2)}$ КПД передатчика станции помех; $G_{nep}^{(2)}$ КНД антенны, используемой для передачи помехового сигнала; $F(\bullet)$ – нормированная ДН рассматриваемой антенны; θ_1 и θ_2 угол максимума ДН и соответственно угол, которым определяется направление прихода помехи; R_1 , R_2 является расстоянием между передающей сигнал и приемной антеннами и антенной станции помех и приемной антенной соответственно.

В то же время, диаграмма направленности антенны, как отмечалось ранее, определяет и разведзащищенность системы связи при передаче команд и сигналов. Это определяется тем, что мощность, излучаемая антенной в направлении антенны системы радиоразведки противника, может быть записана в виде:

$$P_{разв} = \frac{P_{nep} \eta_{nep} G_{nep} G_2 \lambda^2}{4\pi R^2} |F_{nep}(\theta_{разв}, \varphi_{разв})|^2, \quad (2)$$

где $P_{пер}$, $\eta_{пер}$, $G_{пер}$, является мощностью, КПД, КНД передающей антенны соответственно; G_2 КНД антенны системы радиоразведки противника, $F_{пер}(\theta_{разв}, \varphi_{разв})$ диаграмма направленности антенны в направлении антенны системы радиоразведки противника.

Соотношения (1), (2) показывают, что повышение помехоустойчивости и разведзащищенности определяется формированием низкого уровня боковых и задних лепестков ДН.

Кроме того, конструкция антенны в значительной степени определяет коэффициент технической готовности и живучести пункта управления. В частности, с конструкцией антенны связана и возможность оперативного изменения направления связи в зависимости от изменения обстановки.

Таким образом, антенны перспективных станций радиорелейной связи по сравнению с существующими должны удовлетворять следующим требованиям:

- более низкий уровень боковых и задних лепестков ДН;
- возможность оперативной смены направления связи;
- возможность свертывания и развертывания антенных систем в короткие сроки;
- малые массо-габаритные характеристики.

В качестве одного из вариантов построения антенн радиорелейной связи может служить антенная система, включающая в свой состав совокупность кольцевых антенных решеток, размещенных вблизи поверхности металлического цилиндра с сечением в виде звездообразного контура. Форма несущей конструкции определяется тактико-техническими требованиями к углу разворота главного максимума диаграммы направленности (ДН) антенны. Выбор продольно ориентированных излучателей определяется условиями распространения электромагнитных волн над поверхностью земли.

Для улучшения характеристик согласования элементов АР, снижения уровня боковых лепестков ДН возможно использование цилиндрической конструкции, поперечное сечение которой представляет собой контур с определенным образом выбранными параметрами. При этом для обеспечения одинаковых характеристик каждого излучателя изменение геометрических параметров такого контура должно соответствовать шагу их размещения в составе решетки. Одним из вариантов является изменение параметров контура по закону $R = R_0 + \Delta R \cos(N\varphi)$, как показано на рисунке 1 [5]. Параметр N выбирается из условия обеспечения идентичности характеристик излучателей. Для исключения дополнительных главных максимумов в ДН расстояние между излучателями принимается равным $0,5\lambda \dots 0,6\lambda$.

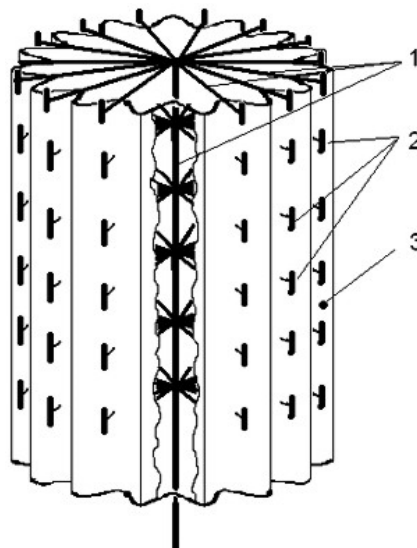


Рисунок 1 – Цилиндрическая антенна подвижной радиорелейных станций радиосвязи:
1 – несущий каркас; 2 – излучатели;
3 – металлическая фольга или прочная металлическая пленка

Решение вопросов, направленных на повышение живучести средств связи и АСУ, относится, прежде всего, к излучающему раскрытию антенной системы, поскольку аппаратный модуль антенны (СВЧ-тракт, система управления лучом, передающее и приемное устройства и т.д.) может быть размещен в отсеках подвижного ПУ или КП.

Как следует из проведенного анализа, применение радиорелейных линий радиосвязи, обеспечивающих устойчивое функционирование средств связи и АСУ в условиях ведения противником радиоэлектронной борьбы, может повысить устойчивость управления авиационными частями и подразделениями в случае их рассредоточения по разветвленной сети полевых аэродромов.

Список литературы:

1. Армейский вестник «РЭБ: оружие асимметричного ответа». – URL : <https://army-news.ru/2014/05/reb-oruzhie-asimmetrichnogo-otveta> (дата обращения 21.12.2018).
2. Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи : учеб. пособие / М.А. Быховский, Ю.М. Кирик, В.И. Носов [и др.]; Под ред. М.А. Быховского. – М. : Горячая линия – Телеком, 2014. – 334 с.
3. Сборник Связь в вооруженных силах российской федерации-2007.
4. Распространение радиоволн : учебник для вузов по специальности «Радиосвязь и радиовещание» / Е.Л. Черенкова, О.В. Чернышев. – М. : Радио и связь, 1984. – 272 с.
5. Взаимосвязь геометрических параметров и поверхностного импеданса звездного контура / Д.Д. Габриэльян, М.Ю. Звездина, О.С. Лабунько, П.Е. Сухопаров // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2008. – Т. 13. – № 5. – С. 33–34.

УДК 629.7

ПОНЯТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА. ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ



THE CONCEPT OF THE HUMAN FACTOR. PAST AND PRESENT

Проказин Е.С.

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

Азарян Д.А.

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

Бабенков Д.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье рассмотрена история развития мероприятий по предупреждению ошибочных действий летчика и расследованию авиационных происшествий. Проведен ретроперспективный анализ понятия «человеческий фактор», его основные принципы, а также представлена медико-психологическая экспертиза свойств лётчика.

Ключевые слова: безопасность полетов, человеческий фактор, личностный фактор, авиационная система, ошибочные действия лётчика, авиационное происшествие.

Prokazin E.S.

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

Azaryan D.A.

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

Babenkov D.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article examines the history of the development of measures to prevent erroneous actions of the pilot and the investigation of aviation accidents. A retrospective analysis of the concept of the «human factor», its basic principles, as well as a medical and psychological examination of the properties of the pilot is presented.

Keywords: flight safety, human factor, personal factor, aviation system, pilot's erroneous actions, aviation accident.

Методология, аналитика и профилактика ошибочных действий лётчика, и расследование авиационных происшествий уходит своими корнями к тем работам, которые были выполнены ещё в 19 веке, когда началась эксплуатация железного транспорта и начались первые аварии и катастрофы. Расследуя их, учёные пытались понять причины случившегося и разработать рекомендации, направленные на повышение безопасности воздушного движения.

Первые научные исследования по данной проблеме были выполнены М.М. Фон-Вебером в Германии и И.И. Рихтером в России. Уже в этих по праву считавшихся основополагающими, работах, посвящённых безопасности функционирования систем «Человек-машина» был поставлен вопрос о необходимости уделять более пристальное внимание психологическому аспекту происшествий, т.е. индивидуальным качествам работников, воздействуя на которые, по мнению, авторов, представляют возможным предупреждать аварии и катастрофы.

Существенных результатов в данной направленности достиг американский психотехник Г. Монстеберг, установивший одним из первых (1910 г.) зависимость надёжности человека, управляющего технической системой, от его психологических качеств, и предложивший методику для оценки способности к водительскому труду. Указания методики были применены им для профессионального отбора. Полученные результаты и их анализ позволили Г. Монстебергу ранее других сформулировать и использовать в научной литературе понятие «личный фактор» [1].

В практику авиации данное понятие было введено только в 1918 году благодаря исследованиям Н. Андерсена, Г. Армстронга и др. В России о влиянии индивидуальных особенностей лётчика на авиационную аварийность в 1923 году сообщил С.Е. Минц, проанализировав причины авиационных катастроф, имевших место в ряде европейских стран в первой мировой войне.

Наиболее точное и по праву считавшееся классическим определение личного фактора, дал О.Г. Геллерштейн (1947 г.), под которым он подразумевал «совокупность всех врождённых и приобретённых физических и психологических свойств личности, которые могут быть поставлены в связь с причинами возникновения, характером течения и исходом лётного происшествия». В концепции О.Г. Геллерштейна личный фактор охватывает сферу эмоциональных и волевых качеств, черты характера и темперамент, задатки и особенности, склонности и интересы, вкусы и привычки, моральный облик здоровье и физическое развитие, общую и специальную подготовку [2].

Благодаря своей конкретности, лёгкости понимания и доступности практического использования личный фактор на многие годы стал базовой методологией расследования и профилактики авиационных происшествий, нацеленный на поиск причин случившегося и несовершенство качеств и свойств личности лётчика. Однако следует признать, что такой подход страдает выраженной ограниченностью взглядов на причины авиационных происшествий, не позволяет увидеть их в тех случаях, когда они скрываются в эргономических недостатках техники, несовершенстве организации, содержания и условий деятельности. Более того, личный фактор отличает монопричинность в понимании развития особой ситуации. С позиции данного подхода достаточно выявить при расследовании ошибочное действие, чтобы его принять за единственную причину авиационного происшествия, а лётчика считать единственным виновником случившегося. Становится очевидным, что методология личного фактора не позволяет установить при расследовании всю цепочку причинно-следственных связей возникновения, развития и исхода особой ситуации, в силу чего не могут быть разработаны эффективные профилактические мероприятия, исключающие появление подобных аварий и катастроф в будущем.

Принципиально возможности при анализе аварийной ситуации, раскрываются в случае использования методологии человеческого фактора, основы которой начали закладываться в 1920–1980 гг. Ряд исследователей (О. Липман, Н.А. Бернштейн, Н.Д. Добротворский и др.) высказали мысль, что предрасположенность к несчастным случаям не только обусловлена индивидуально-психологическими качествами человека, но и выступает как результат соединения этих качеств с определёнными характеристиками техники и производственных условий [4].

Наиболее остро вопрос о детерминированности ошибочных действий несовершенством техники был поставлен в нашей стране в 1960 году физиологом Н.А. Бернштейном и врачом-лётчиком Н.Д. Добротворским. Отмечая ограниченность профессионального отбора в обеспечении согласованности характеристик человека и техники. Н.А. Бернштейн одновременно подчёркивал целесообразность использования в решении данного вопроса эргономического подхода направленного на согласование характеристик техники с психофизиологическими возможностями человека. При этом он считал, что необходимо разрабатывать объективные методы расчёта и учёта человеческого фактора при создании человеко-машинных систем.

Особый интерес в контексте рассматриваемой методологии представляет для нас мнение одного из первых авиационных врачей-лётчиков Н.Д. Добротворского. В своей монографии «Лётный труд» (1930 г.) он писал: «Мы считаем, что требования к человеку могут быть поставлены лишь после того, как самолёт будет приспособлен к среднему человеку». Спустя семь лет в статье «Комфорт в самолёте как средство повышения боеспособности, опубликованной в «Вестнике воздушного флота» в 1937 году, Н.Д. Добротворский ещё не раскрывает роль человеческого фактора в обеспечении безопасности полётов: «Нам необходимо теперь добиться, чтобы всё устройство и оборудование самолёта было так сделано, чтобы средний лётчик смог полностью использовать даваемые самолётом возможности». И далее: «Можно с уверенностью сказать, что наши рекордсмены братья Знаменские, если им дать обувь со шпильками, впивающимися в ногу, никогда не смогут показать рекордной скорости. Нам надо добиться устранения ещё многих мелких «шпилек», препятствующих полноценному использованию возможностей, даваемых техникой, в силу забвения подчас мелких, но существенных интересов человека, управляющего этой техникой». И завершает свою интересную мысль Н.Д. Добротворский так: «Обращение сугубо внимания на все эти

«мелочи», создающие приспособления самолёта к требованиям среднего человека, должно быть задачей очередной совместной работы конструкторов, производственников и специалистов авиационной медицины и при этом задачей, не терпящей отлагательств» [3].

Так представленные выше материалы свидетельствуют, что в 80-е годы данное направление, представляющее необходимость совместного изучения человеческих составляющих каждого происшествия, т.е. комплексного исследования качеств и свойств личности, особенностей деятельности и условий труда. Исходя из этого, была выделена категория систематических ошибочных действий, в основе которых лежит не учёт человеческого фактора при освоении авиатехники и организации лётного труда. Тем самым представилось возможным разделить вину и беду лётчика в авиационном происшествии. Более того, выявление ошибок лётчика стало рассматриваться как конечная цель расследования для установления всех причинно-следственных связей возникновения, развития и исхода аварийной ситуации.

В настоящее время наметилась тенденция объединения личного и человеческого фактора в рамках последнего, куда личных входит как слагаемое. Поэтому под человеческим фактором сегодня понимается любое (реальное или потенциальное) воздействие на авиационную систему, приводящее и приводящего особые ситуации в полёте и обусловившие преднамеренным или неумышленным действием (бездействием) человека, задействованного в авиационной системе [6].

Основные принципы:

1. Главный компонент системы «датчик – воздушное судно – среда» – лётчик;
2. Высокая эффективность и надёжность функционирования авиационной системы достигается только при условии работоспособности её компонентов с учётом характеристик, присущих лётному составу. В противном случае создаются условия для аварийной ситуации;

3. Ошибочное действие, выполненное лётчиком, определяет его только как исполнителя данного действия, но не как виновника.

4. Причины ошибочного действия лётчика могут быть обусловлены как его негативными качествами (личностный фактор), так и несоответствием компонентов авиационной системы характеристикам лётного состава (человеческий фактор);

5. Допущенная лётчиком ошибка есть не конечный этап расследования авиационного происшествия, а исходная точка для анализа причинно-следственных связей возникновения, развития и исхода особой ситуации полёта.

6. Негативные качества и свойства личности лётчика могут быть проявлением его индивидуальной характеристики, а также продуктом несовершенства авиационной системы;

7. Профилактика ошибочных действий есть совершенствование компонентов авиационной системы, которые ответственны за характеристики лётного состава и определяют содержание и организацию его деятельности, а также оптимизацию качеств и свойств отдельного лётчика [5].

Исходя и вышеперечисленного, медико-психологическая экспертиза свойств лётчика включает четыре этапа:

Первый этап – выявление ошибочного действия (ОД) на основе анализа средств объективного контроля, радиообмена, данных от лиц группы руководства полетами и другой информации. Представляется и более точное их разделение: ошибки управления воздушным судном (ВС), ошибки в техники пилотирования, ошибки навигации, с психофизиологической точки зрения важно выделить и этап деятельности, на котором допущена ошибка:

- 1) восприятие информации;
- 2) переработка информации и принятие решений;
- 3) выполнение решения.

На втором этапе анализа включаются качества лётчика, которые могут находиться в связи с допущенной ошибкой. При этом определяются:

– особенности мотива и цели деятельности, важно установить факторы каких-либо моментов, искажающих мотив и цель деятельности лётчика;

- состояние профессиональной готовности к выполнению полётного задания, определяется характер и объём предшествующий данному этапу подготовки;
- характеристика работоспособности (в том числе функциональных реверсов, психического состояния). Уточняются особенности режима труда и отдыха в рваные циклы после отпуска (за весь этот период, за последний месяц, неделю, лётную смену);
- уровень развития профессионально важных качеств (ПВК).

В которые входят:

1. Личностные ПВК (долговременная мотивация на профессию лётчика, устойчивость к неблагоприятным воздействиям, черты характера: смелость, целеустремлённость, и т.д.; социальные качества: склонность к лидерству, правильные ценностные ориентации, дисциплинированность и т.п.);
2. Интеллектуальные ПВК (развитость ощущений и восприятий; чёткость пространственных представлений; качества памяти, внимания, способность к ориентировке: развитость эвристического, системного и образного мышления и др.);
3. Психофизиологические ПВК (нервно-эмоциональная устойчивость; устойчивость к лётному обучению; устойчивость к монотонности и работе в вынужденном темпе);
4. Физиологические ПВК (вестибулярная устойчивость, устойчивость к перегрузкам большой величины и длительности, устойчивость к специфическим факторам полёта);
5. Физические ПВК (общее физическое развитие: сила, быстрота, выносливость, координированность, физическая подготовленность к неблагоприятным факторам лётной деятельности).

Следует подчеркнуть, что выявление негативных качеств личности лётчика, которые могут находиться в связи с допущенной им ошибкой, не завершает анализ причин. Для разработки эффективных профилактических мероприятий важно установить не только эти негативные качества лётчика, но и определить, в свою очередь, опасные факторы проявляющиеся при функционировании авиационной системы, которые их обусловили или доказать индивидуальную природу данных качеств. Если же негативные характеристики в личности лётчика не выявлены, то анализ компонентов авиационной системы позволяет определить те опасные факторы, которые создали условия для выполнения лётчиком ОД. Поэтому существует третий этап в анализе причин ОД лётчика.

Применительно к ВС анализируются: надёжность, эргономичность и содержание деятельности.

При изучении среды рассматриваются организация и условия деятельности лётчика.

Остановимся на анализе каждого слагаемого компонентов авиационно-технической системы подробнее.

При оценке надёжности ВС выявляются:

- отсутствие отказов функциональных систем, при парировании которых возможности лётчика оказываются недостаточными;
- отсутствие ложных срабатываний индикаторов, формирующих у лётчика недоверие к ним;
- отсутствие особенностей ВС, не указанных в руководстве летной эксплуатации.

Эргономичность ВС определяется по следующим показателям:

- эргономичность геометрических размеров элементов рабочего места;
- эргономичность системы отображения информации (расположение, способ кодирования, яркость и т.д.);
- эргономичность органов управления ВС и бортовыми системами (взаимное расположение, досягаемость, загрузка и т.д.);
- эргономичность пилотажных и аэродинамических характеристик ВС;
- эргономичность обзора из кабины.

Содержание деятельности на ВС оценивается по: оптимальности распределения функций между человеком и автоматом; уровню информационной и физической загрузки; по способу выполнения действий.

Анализ среды включает, как отмечалось выше, организация деятельности и условий труда.

Организация деятельности оценивается на основе изучения:

- характеристик режима труда, отдыха и питания;
- характеристик программы и средств обучения и подготовки;
- состояние системы профессионального отбора.

И наконец, условия труда оцениваются при анализе:

- характеристик факторов полёта;
- уровня совместимости членов экипажа;
- условий обитаемости на рабочем месте;
- эргономичности и надёжности средств жизнеобеспечения;
- качество руководства и управления полётами;
- характеристик всех видов обеспечения полётов.

Таким образом, взяв за исходную точку выявленное ошибочное действие лётчика, необходимо провести анализ качеств и свойств личности, а также характеристик компонентов авиационной системы и на основе этого установить причины допущенной ошибки. Именно базируясь на результатах расследования по предложенному порядку, представляется возможным разработать эффективные профилактические мероприятия, что, собственно, и определяет четвёртый, завершающий этап анализа причин ОД лётчика.

Список литературы:

1. Экспериментально-психологические исследования в авиации и космонавтике / Г.Т. Береговой, Н.Д. Заналова, Б.В. Ломов, В.А. Пономаренко. – М. : Наука, 1978. – 303 с.
2. Геллерштейн С.Г. Психофизиологический анализ профессий как основа профессионального подбора / С.Г. Геллерштейн; Под ред. Н.А. Рыбникова // Выбор профессии и школа. Тетрадь № 16. – М. : ГИЗ, – 1926. – С. 64–84.
3. Добротворский Н.Д. Лётный труд. – М. : ВВА, 1930. – 99 с.
4. Котик М.А. Психология и безопасность. – Таллин : Валгус, 1981. – 447 с.
5. Кругликов А.Е., Проблемы влияния человеческого фактора на безопасность полётов в государственной авиации / А.Е. Кругликов, И.Б. Михайлов, Ю.П. Белозеров // Межвузовский сборник научных трудов / КВВАУЛ. – Вып. 22. – Краснодар, 2018. – С. 73–79.
6. Михайлов И.Б. Безопасность полетов : учеб. пособие / И.Б. Михайлов, А.В. Новосельский. – Краснодар : КВВАУЛ, 2018. – 239 с.

УДК 62

**РАЗВИТИЕ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЪЁМНО-ДЕТЕНИРУЮЩИХ
И ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ БОЕПРИПАСОВ**



**DEVELOPMENT AND EXPERIENCE IN THE USE
OF VOLUMETRIC DETONATING AND THERMOBARIC AMMUNITION**

Новик А.В.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
andrei-novik@mail.ru

Спаич Д.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Казаров Е.Г.

кандидат технических наук,
доцент,
Ярославское высшее
военное училище противовоздушной обороны
andrei-novik@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены развитие объёмно-детонирующих и термобарических боеприпасов видами и родами войск, а также некоторый опыт их применения. Развитие данного вида боеприпасов и вооружения несомненно является важной составляющей совершенствования ВВТ.

Ключевые слова: огнемёт, термобарический боеприпас, пробиваемость, площадь поражения, вооружение военная техника.

Novik A.V.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
andrei-novik@mail.ru

Spaich D.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kazarov E.G.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Yaroslavl Higher Military School
of Air Defense
andrei-novik@mail.ru

Abstract. The development of volumetric detonating and thermobaric ammunition by types and branches of the armed forces, as well as some experience of their use, are considered. The development of this type of ammunition and weapons is undoubtedly an important component of improvement in.

Keywords: flamethrower, thermobaric ammunition, penetration, area of destruction, armament military equipment.

Одним из средств поражения противника, позволяющим наносить удары по большим площадям с высокой эффективностью являются объёмно-детонирующие и термобарические боеприпасы. Изначально данные боеприпасы разрабатывались и применялись в войсках РХБ защиты, но ограничить их применение только войсками РХБ защиты оказалось невозможным, так как другие виды и рода войск хотели иметь аналогичное высокоэффективное оружие.

Принцип действия объёмно-детонирующих и термобарических боеприпасов основан на распылении горючих веществ в пространстве с последующим их подрывом, в результате чего образуется высокая температура и мощная ударная волна, от поражающего действия которых практически невозможно скрыться, причём даже в хорошо герметизированных объектах.

Первые термобарические боеприпасы были приняты на вооружение в 1975 г. Реактивный пехотный огнемёт РПО «Рысь» (рис. 1). Представлял собой огнемёт многозарядного типа, однако при больших массогабаритных характеристиках обладал малой дальностью и малой мощностью.

Одним из самых успешных реактивных пехотных огнемётов стал РПО-А «Шмель» [1] (рис. 2). Широко применялся в боевых действиях в Афганистане. Достоинством данного огнемёта является его высокая эффективность и простота эксплуатации. Одноразовый огнемёт не требует дополнительной подготовки военнослужащего. Дальность стрельбы увеличилась до 1000 м, а боевая часть составила 2,3 кг. Один снаряд попавший в здание способен уничтожить личный состав противника на площади до 80 квадратных метров несмотря на стены и перегородки внутри строения. Стоит

отметить, что современный РПО-А имеет три модификации: термобарический, зажига-
тельный и дымовой. Значительным недостатком РПО-А «Шмель» является низкая про-
бивная способность.



Рисунок 1 – РПО «Рысь» на вооружении ВСУ



Рисунок 2 – РПО-А «Шмель»

Повысить пробиваемость боеприпаса удалось НПО «Базальт». Заводчане смогли создать реактивную многоцелевую гранату РМГ «Занос». Граната состоит из двух частей: кумулятивной гранаты и термобарической боевой части. Продолжением данного направления явилось появление реактивной штурмовой гранаты РШГ-1 и РШГ-2 (рис. 3) с дальностью стрельбы до 600 м. Такие образцы способны пробивать кирпич и железобетон толщиной до 500 мм.



Рисунок 3 – РШГ-2

Для РПГ-7 был также разработан термобарический боеприпас ТБГ-7В (рис. 4). Данный боеприпас способен эффективно уничтожить живую силу противника и легкобронированные объекты на расстоянии до 500 м. Площадь поражения личного состава в замкнутом пространстве составляет 110 квадратных метров.



Рисунок 4 – ТБГ-7В

Не стали исключением и противотанковые средства поражения. Для ПТРК «Корнет» (рис. 5) создали термобарическую ракету 9М133Ф-2 с боевой частью массой 10 кг и бронепробиваемостью до 1300 мм. Ракета способна пробивать динамическую защиту бронеобъекта, наносить поражение фортификационным сооружениям и живой силе противника на расстоянии до 6 км.



Рисунок 5 – ПТРК «Корнет»

Для ПТРК «Метис-М» (рис. 6) была создана управляемая ракета 9М131Ф с термобарической боевой частью массой 4,95 кг. Особенно эффективен боеприпас против инженерных и фортификационных сооружений на расстоянии до 2 км. Бронепробиваемость составляет до 950 мм.



Рисунок 6 – ПТРК «Метис-М»

Реактивные системы залпового огня также стали широко применять термобарические боеприпасы. Для РСЗО «Ураган» (рис. 7) принят на вооружение снаряд 9М51, способный наносить поражение на расстоянии до 36 км. Масса боевой части равна 175 кг. Площадь поражения составляет 426000 квадратных метров.



Рисунок 7 – РСЗО «Ураган-1М»

РСЗО «Смерч» (рис. 8) способна наносить поражение живой силе противника и легкобронированным объектам на расстоянии до 70 км. Снаряд 9М55С имеет термобарическую часть массой 100 кг. Площадь поражения составляет 672000 квадратных метров. На сегодняшний день ведутся работы по увеличению дальности стрельбы до 90 км.



Рисунок 8 – РСЗО «Смерч»

Бесспорно лидером по применению термобарических боеприпасов являются тяжёлые огнемётные системы. ТОС-1 «Буратино» (рис. 9) разработана на базе танка Т-72 [2]. Принята на вооружение в 1980 году. Залп 30-ю неуправляемыми реактивными снарядами способен наносить удары на расстояние до 3800 м. Площадь поражения составляет 40000 квадратных метров.



Рисунок 9 – ТОС-1 «Буратино»

Дальнейшим совершенствованием ТОС-1 «Буратино» стала ТОС-1М «Солнцелёт» (рис. 10), принятая на вооружение в 2001 г. Количество направляющих в поворотной части машины уменьшилось до 24 шт, но увеличилась максимальная дальность стрельбы до 6800 м. Площадь поражения одним залпом составляет 40000 квадратных метров. В районе поражения создаётся температура до 3000 градусов Цельсия.



Рисунок 10 – ТОС-1М «Солнцелёт»

Дальнейшее развитие тяжёлых огнемётных систем способствовало появлению новой машины ТОС-2 «Тосочка» (рис. 11). Машина создана на колёсной базе «Урал» и обладает более высокой манёвренностью. Специально для ТОС-2 были разработаны снаряды ТБС-МЗ с дальностью стрельбы до 18 км. Залп из 18 ракет поражает противника на площади до 60000 квадратных метров.

Разрушительная сила тяжёлых огнемётных систем настолько велика, что после их работы подразделения ВСУ отказываются выполнять задачи по наступлению, даже под страхом военного суда.

Высокая эффективность термобарических боеприпасов способствовала развитию их применения в Воздушно-космических силах. Корректируемая авиационная бомба КАБ-500-ОД (рис. 12) имеет боевую часть массой 250 кг. К этой же линейке авиационных бомб можно отнести ОДАБ-500ПМВ с боевой частью массой 193 кг. Одной из самых мощных объёмно-детонирующих бомб является КАБ-1500-ОД, боевая часть которой составляет 650 кг. Такие боеприпасы применяют по железнодорожным узлам, объектам промышленности, складам, а также по скоплениям живой силы противника.



Рисунок 11 – ТОС-2 «Тосочка»



Рисунок 12 – КАБ-500-ОД

Неуправляемые авиационные ракеты С-13ДФ (рис. 13) с пусковыми блоками Б-13Л имеют термобарическую боевую часть массой 14,6 кг [3]. Ракета способна уничтожать объекты противника на расстоянии до 4 км. Данные ракеты широко используются в ходе специальной военной операции.



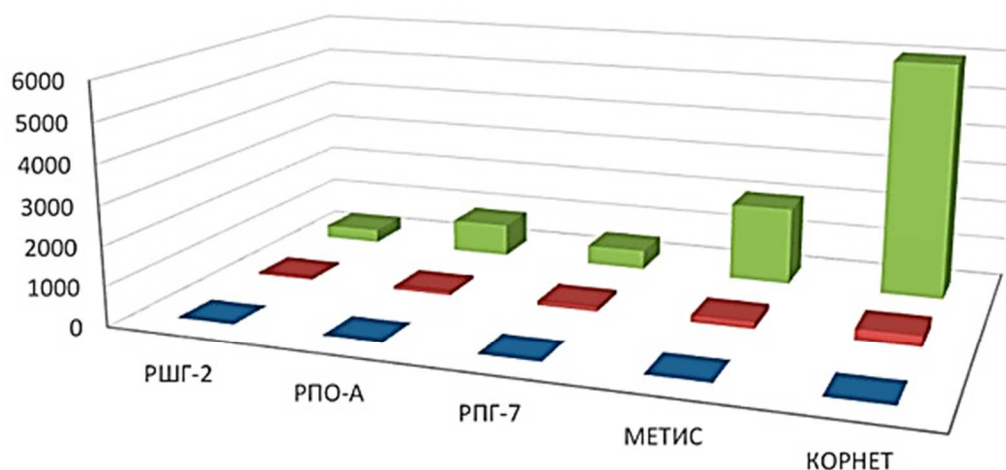
Рисунок 13 – Ракеты С-13ДФ

Авиационная управляемая ракета «Гром-Э2» (рис. 14) создана на базе многоцелевой управляемой ракеты Х38МЭ [4]. Модульная конструкция изделия позволяет оснащать ракету необходимой боевой частью массой до 480 кг. Максимальная дальность пуска до 120 км.



Рисунок 14 – Авиационная управляемая ракета «Гром-Э2»

Сравнительные характеристики термобарических средств поражения представлены на рисунках 15, 16, 17.



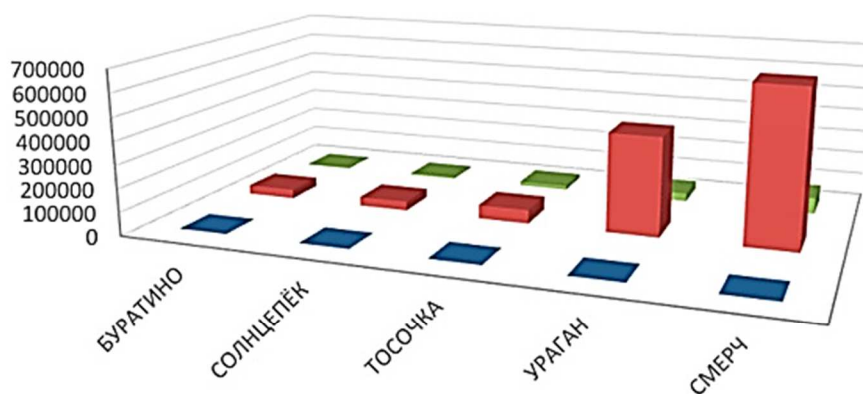
	РШГ-2	РПО-А	РПГ-7	МЕТИС	КОРНЕТ
■ Масса БЧ, кг	2	2,3	2,5	4,95	10
■ Площадь поражения, м ²	50	80	110	170	280
■ Мах Дальность, м	350	850	500	2000	6000

Рисунок 15 – Характеристики термобарических боеприпасов для РПО, РПГ, РШГ и ПТРК

Война в Афганистане, контртеррористическая операция на территории Чеченской республики, а теперь и специальная военная операция подтвердили высокую эффективность применения термобарического оружия.

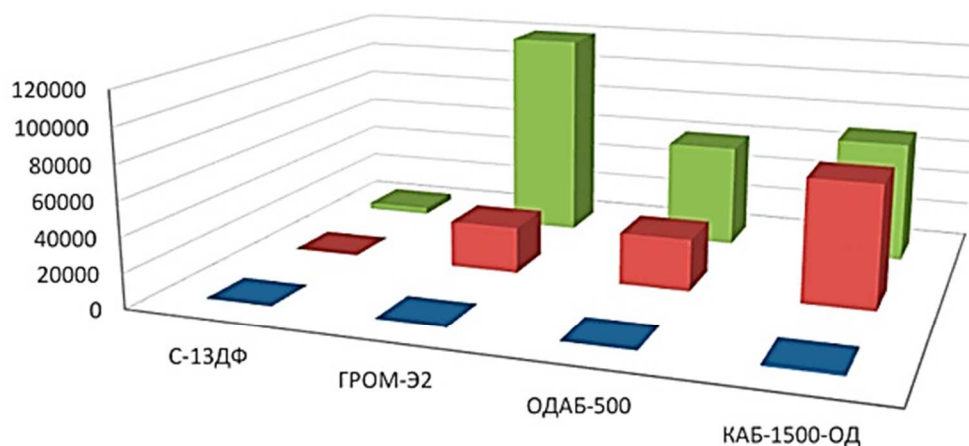
Одним из последних примеров успешного применения современных образцов с термобарической боевой частью является нанесение удара ВС РФ по ВСУ в н.п. Крынки на плацдарме левого берега Дона, где противнику был нанесён ощутимый урон.

В статье были рассмотрены далеко не все образцы вооружений с термобарической составляющей. Их разнообразие очень велико, поэтому одним из перспективных направлений дальнейшего совершенствования отечественного вооружения и военной техники является развитие и модернизация боеприпасов подобного типа. Основным недостатком применения таких боеприпасов на начальном этапе их развития являлась недостаточная дальность поражения объекта, что было устранено в современных образцах.



	БУРАТИНО	СОЛНЦЕПЁК	ТОСОЧКА	УРАГАН	СМЕРЧ
■ Масса БЧ, кг	45	45	45	175	100
■ Площадь поражения, м ²	40000	40000	60000	426000	672000
■ Мах Дальность, м	3800	6800	18000	35800	70000

Рисунок 16 – Характеристики термобарических боеприпасов для ТОС и РСЗО



	С-13ДФ	ГРОМ-Э2	ОДАБ-500	КАБ-1500-ОД
■ Масса БЧ, кг	14,6	480	193	1170
■ Площадь поражения, м ²	310	27000	30000	70650
■ Мах Дальность, м	4000	120000	60000	70000

Рисунок 17 – Характеристики авиационных термобарических боеприпасов

Таким образом, было рассмотрено развитие объёмно-детонирующих и термобарических боеприпасов, а также некоторый опыт их применения в вооружённых конфликтах. Дальнейшее развитие данного вида боеприпасов и вооружения несомненно является одной из важных составляющих совершенствования образцов ВВСТ.

Список литературы:

1. Реактивный пехотный огнемет РПО-А. – URL : <http://militaryrussia.ru/blog/topic-6.html> (дата обращения 16.11.2023).
2. Как создавались «Буратино» и «Солнцепёк». – URL : <https://topwar.ru/163923-kak-sozdavalis-buratiino-i-solncepek.html> (дата обращения 16.11.2023).
3. Авиационная бомба КАБ-500-ОД. – URL : <https://bigenc.ru/c/kab-500-od-788211> (дата обращения 17.11.2023).
4. Управляемая авиационная ракета Х38МЭ. – URL : <https://tass.ru/armiya-i-opk/15829679> (дата обращения 17.11.2023).

УДК 620.22

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ДИАГРАММЫ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ



MULTICOMPONENT DIAGRAMS OF PHASE EQUILIBRIA

Панков В.П.

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

Швецов А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Зинченко И.Н.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Попов И.Н.

доцент,
Московский энергетический институт
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Целью исследований являются проблемы построения многокомпонентных диаграмм фазовых равновесий методом графов с анализом и прогнозированием систем с большим числом компонентов.

Ключевые слова: диаграммы фазовых равновесий, метод графов, фаза, покрытие, наплавка, карбиды.

Pankov V.P.

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

Shvetsov A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Zinchenko I.N.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Popov I.N.

Associate Professor,
Moscow Power Engineering Institute
kvvaul@mil.ru

Abstract. The purpose of the research is the problems of constructing multicomponent diagrams of phase equilibria by the graph method with the analysis and prediction of systems with a large number of components.

Keywords: phase equilibrium diagrams, graph method, phase, coating, surfacing, carbides.

Построение диаграммы фазовых равновесий включает два этапа [1, 2, 3]:

1. Определение количества фаз, образующихся в системе, и схемы равновесий между ними (полиэдрация системы).
2. Определение границ фазовых областей и представление их в аналитическом виде.

Для решения первого этапа построения многокомпонентных диаграмм фазовых равновесий используют метод графов, который позволяет прогнозировать строение систем с большим числом компонентов.

В основе метода два фундаментальных положения:

1. Любое N-фазное равновесие между N фазами может быть выражено полным графом с N вершинами.

Каждая фаза представляет вершину графа (точку на плоскости независимо от числа компонентов), а рёбра отражают существование того или иного равновесия (рис. 1).

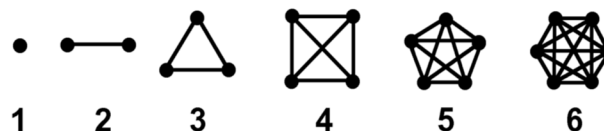


Рисунок 1 – Представление многофазных равновесий с помощью графов

В случае двухкомпонентной системы возможно только два вида простых изотерм:

- 1) однофазная изотерма (рис. 2 а);
- 2) двухфазная изотерма (рис. 2 б). Все остальные двойные изотермы состояются из этих двух (рис. 2 в, г).

В результате все двойные изотермы диаграмм состояния можно представить в виде графов, причём графы состоят из двух элементов: вершины графа и ребра, соединяющего две вершины. Диаграммы с интерметаллическими соединениями состоят из различного числа простейших изотерм, как показано на рисунке 2 в, г.

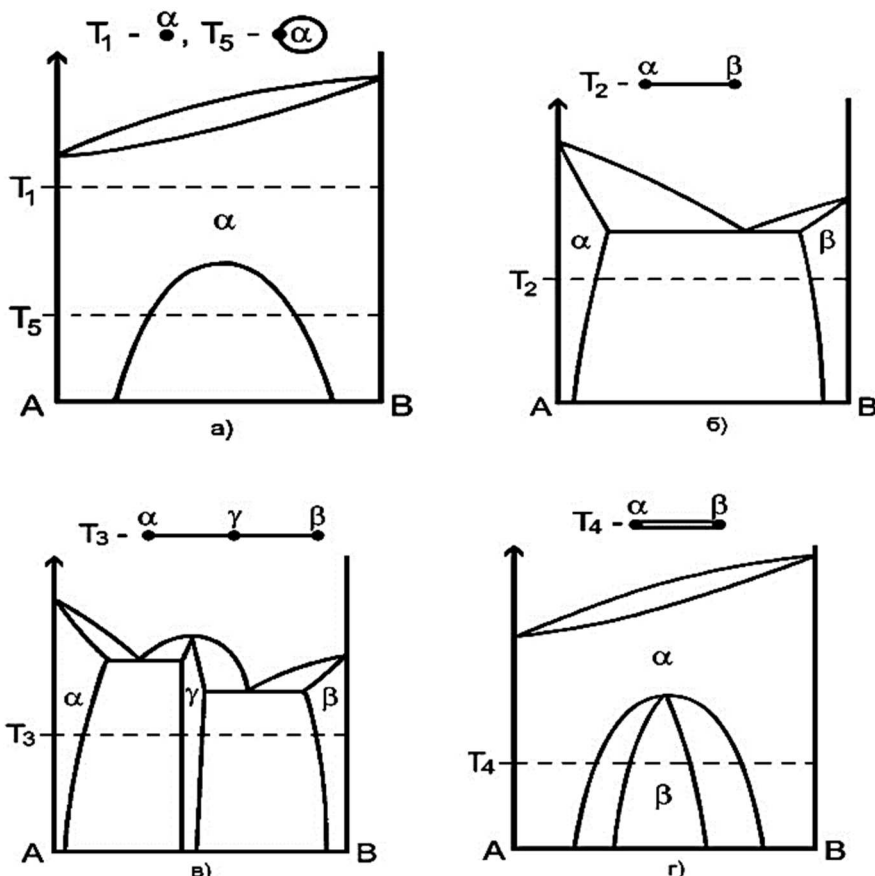


Рисунок 2 – Представление двойных изотерм различного типа в виде графов:
 а) одна фаза (T_1) и её расслоение (T_5); б) две фазы (T_2);
 в) составная изотерма (T_3); г) упорядочение фазы (T_4)

При переходе к трёхкомпонентным системам также имеется набор простых изотерм, с помощью которых можно изобразить строение любой трёхкомпонентной изотермы, содержащей любой набор фаз. Эти изотермы и соответствующие им графы изображены на рисунке 3. Изотерма (рис. 3 г) представляет классическое трёхфазное равновесие, остальные три относятся к вырожденным случаям равновесий между фазами в трёхкомпонентных системах.

С помощью этих простых графов может быть представлено любое изотермическое сечение диаграммы фазовых равновесий трёхкомпонентной системы, если его рассечь на области, содержащие одно двух- или трёхфазное равновесие. На рисунке 4 представлены примеры рассечения тройных изотерм на более простые и их графы, получаемые сложением отдельных элементов.

Построение графа изотермического сечения трёхкомпонентной системы осуществляется следующим образом [3]:

1. Число фаз, присутствующих на изотерме, определяет число вершин правильного многоугольника для построения графа; причём каждой фазе соответствует одна из вершин многоугольника.
2. На правильный многоугольник наносятся все графы, соответствующие всем простым изотермам, которые получаются в результате рассечения составной изотермы.

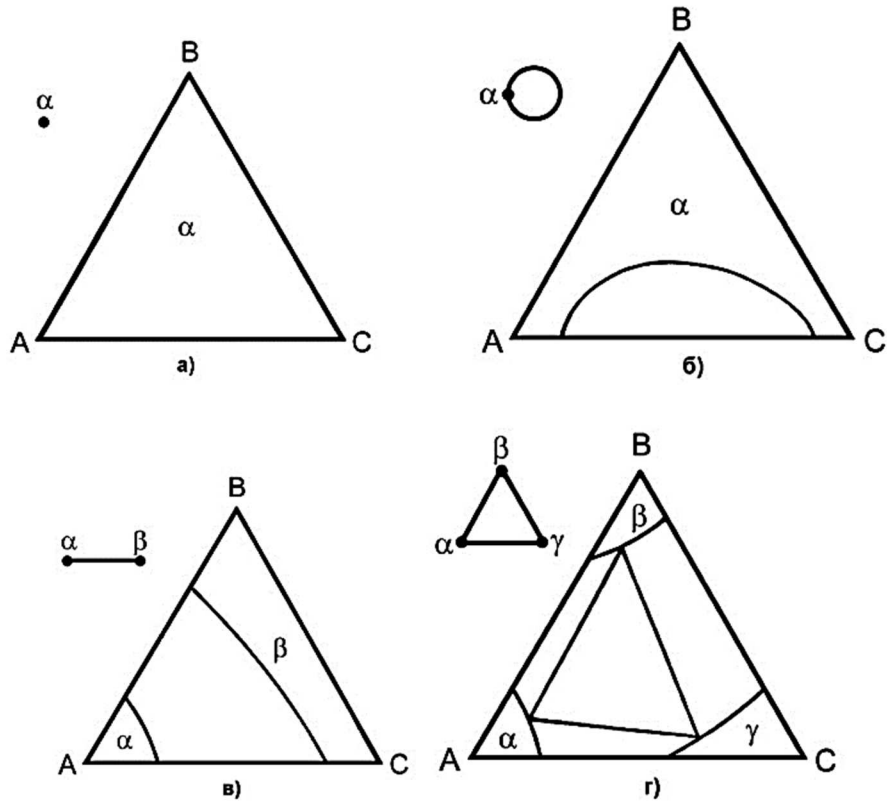


Рисунок 3 – Простые изотермы трёхкомпонентных систем и их представление в виде графов:
 а) диаграмма с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге;
 б) диаграмма с расслоением; в) диаграмма с вырождающимся равновесием;
 в) диаграмма с двухфазным равновесием; г) диаграмма с трёхфазным равновесием

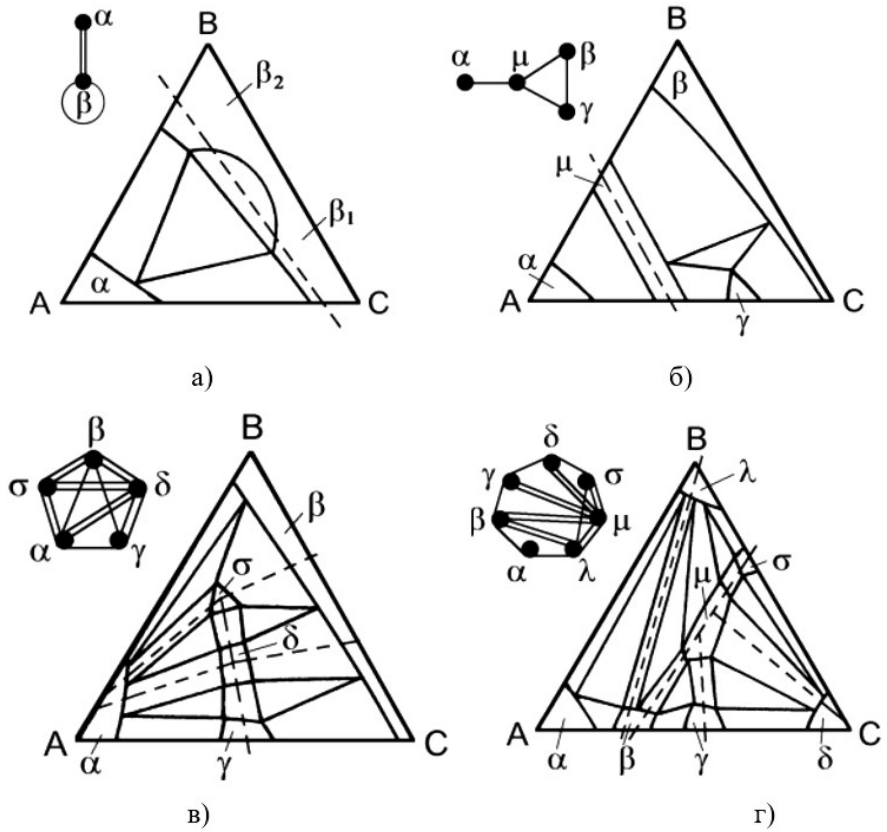


Рисунок 4 – Рассечение тройных изотерм на более простые и их представление в виде графов:
 а) с вырождающимся трёхфазным равновесием; б) с двухфазным и трёхфазным равновесием;
 в), г) с трёхфазными равновесиями

2. Существует единственная диаграмма фазовых равновесий, включающая все возможные компоненты, все равновесные фазы и фазовые равновесия, а все диаграммы фазовых равновесий, содержащие меньшее число компонентов, являются проекциями этой диаграммы фазовых равновесий в пространствах меньшей мерности.

Из второго положения следует, что по информации о строении диаграмм фазовых равновесий, содержащих меньшее число компонентов, возможно восстановить строение диаграмм фазовых равновесий с большим числом компонентов.

Если, например, на изотерме четырёхкомпонентной системы образуется четырёхфазное равновесие, то проекции этого равновесия на тройные изотермы, входящие в эту четырёхкомпонентную систему, будут представлены четырьмя трёхфазными равновесиями (рис. 5).

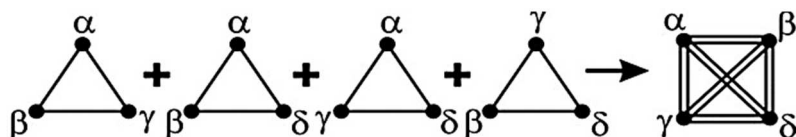


Рисунок 5 – Формирование графа четырёхфазного равновесия в четырёхкомпонентной системе

Если четырёхфазные равновесия имеют общую фазу (их графы имеют общую вершину) или общее двухфазное равновесие (их графы имеют общее ребро), то потери информации не происходит, и графы, восстановленные по изотермическим сечениям диаграмм фазовых равновесий трёхкомпонентных систем, позволяют однозначно определить существование четырёхфазных равновесий (рис. 6).

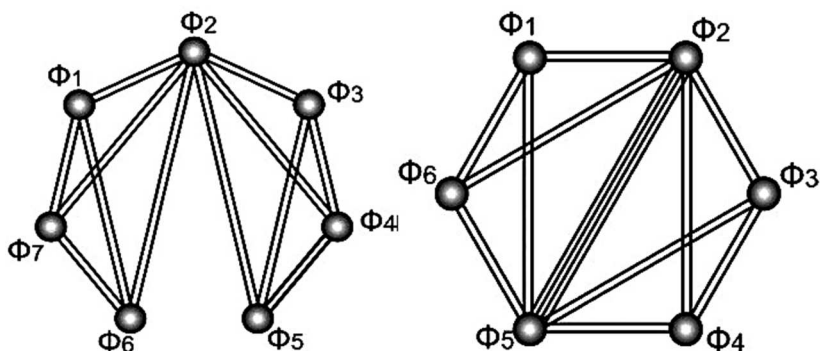


Рисунок 6 – Графы изотермических сечений четырёхкомпонентных систем, содержащих полную информацию о четырёхфазных равновесиях:
а) четырёхфазные равновесия имеют общую фазу (Φ2);
б) четырёхфазные равновесия имеют общее двухфазное равновесие (Φ2 + Φ5)

Следует отметить, что уже для пятикомпонентных систем визуальный анализ суммарных графов в некоторых случаях представляет серьезные трудности, связанные с увеличением числа рёбер графа (рис. 7).

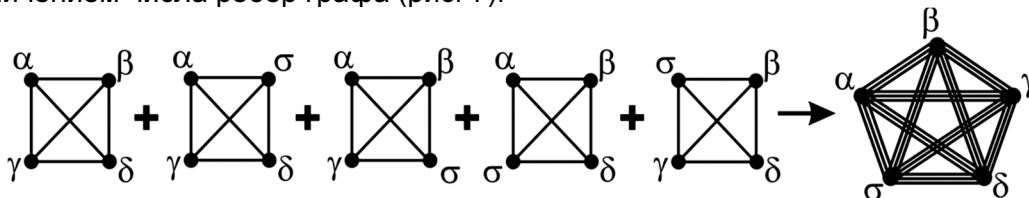


Рисунок 7 – Формирование графа пятифазного равновесия в пятикомпонентной системе

Двухкомпонентные системы никеля, рения и переходных металлов V–VI групп с учётом особенностей их строения можно объединить в три группы:

- 1) двухкомпонентные системы переходных V–VI групп (15 систем);
- 2) двухкомпонентные системы рения и переходных металлов V–VI групп (6 систем);

3) двухкомпонентные системы никеля с переходными металлами V–VI групп и рением (7 систем).

1. В двухкомпонентных системах, образованных переходными металлами V–VI групп, в интервале температур 1200 К – 1475 К образуют непрерывные (системы V-Nb, V-Cr, V-Mo, V-W, Nb-Ta, Nb-Mo, Nb-W, Ta-Mo, Ta-W и Mo-W) или ограниченные (системы Cr-Mo и Cr-W) ряды твёрдых растворов с ОЦК структурой.

Только в трёх двухкомпонентных системах V-Ta, Nb-Cr и Ta-Cr наблюдается образование фаз Лавеса (λ).

2. В интервале температур 1200 К – 1475 К в системе Re-V интерметаллические соединения отсутствуют, в системах Re-Nb, Re-Ta, Re-Mo и Re-W образуется χ фаза, в системах рения с переходными металлами VI группы наблюдается образование фазы σ .

3. В системе Ni-Re интерметаллических соединений не обнаружено. При 1375 К никель растворяет от 12,9 ат. % до 11,4 ат. % Re, а рений – от 15,6 ат. % Ni до 25,0 ат. % Ni. При 1200 К никель растворяет до 9,5 ат. % Re, а рений – до 3,5 ат. % Ni.

В системе Ni-V в интервале температур 1200 К – 1475 К существует одно интерметаллическое соединение – σ фаза. В системе Ni-Nb в интервале температур 1200 К – 1475 К существует два интерметаллических соединения – фазы μ и α .

При 1375 К ниобий растворяет до 3,9 ат. % Ni, а никель растворяет до 4,5 ат. % Nb; фаза α содержит от 73,5 до 76,5 ат. % Ni, а фаза μ – от 45,9 до 50,0 ат. % Ni. При 1200 К ниобий растворяет до 3,2 ат. % Ni, а никель растворяет до 3,6 ат. % Nb; растворимость никеля в фазах α и μ такая же, как и при 1375 К.

В системе Ni-Ta в интервале температур 1200 К – 1475 К наблюдается образование четырёх интерметаллических соединений – фаз α , Ni_2Ta , μ и $NiTa_2$.

В системе Ni-Cr в интервале температур 1200 К – 1475 К интерметаллические соединения отсутствуют. При 1375 К никель растворяет до 46,5 ат. % Cr, а хром – до 11,4 ат. % Ni. При 1200 К никель растворяет до 41,7 ат. % Cr, а хром – до 4,3 ат. % Ni.

В системе Ni-Mo при 1200 К – 1475 К существует одно интерметаллическое соединение – фаза δ . При 1375 К молибден растворяет до 0,6 ат. % Ni, а никель растворяет до 24,9 ат. % Mo; фаза δ содержит от 45,8 до 48,0 ат. % Ni.

При 1200 К молибден растворяет до 0,3 ат. % Ni, а никель растворяет до 22,4 ат. % Mo; область гомогенности фазы δ остаётся такой же, как и при 1375 К.

В системе Ni-W при 1375 К интерметаллические соединения отсутствуют. При температурах ниже 1341 К по перитектической реакции образуются три интерметаллических соединения W_2Ni , WNi и WNi_4 .

Графы трёхфазных равновесий изотермических сечений диаграмм фазовых равновесий трёхкомпонентных систем рения и переходных металлов V–VI групп при 1375 К представлены на рисунке 8.

Для деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания, широко распространены покрытия, полученные электродуговой наплавкой порошковых смесей и плазменным напылением содержащих карбиды типа WC, TiC, B₄C, TaC, CrC и др. [4, 5, 6].

Титан является наиболее сильным карбидообразующим элементом. При его взаимодействии с углеродом образуется монокарбид титана (TiC) с ГЦК решеткой ($a = 0,431$ нм) и широкой областью гомогенности, которая составляет 37–50 ат. % (по углероду). В зависимости от содержания углерода микротвердость карбидных частиц достигает 15000...31500 МПа (рис. 10) [7, 8].

Ванадий так же как и титан, повышает твердость, а, следовательно, и износостойкость чугуна. Ванадий упрочняет феррит после закалки и препятствует его разупрочнению при отпуске до 600 °С.

На основе ванадия в сталях может быть образовано несколько типов химических соединений, карбиды V₂C, VC, (Fe₃V₃)C (рис. 11).

На диаграмме состояния «Fe-V-C» карбид (Fe₃V₃)C обозначается как фаза η . Твердость данных карбидов достигает 22 ГПа.

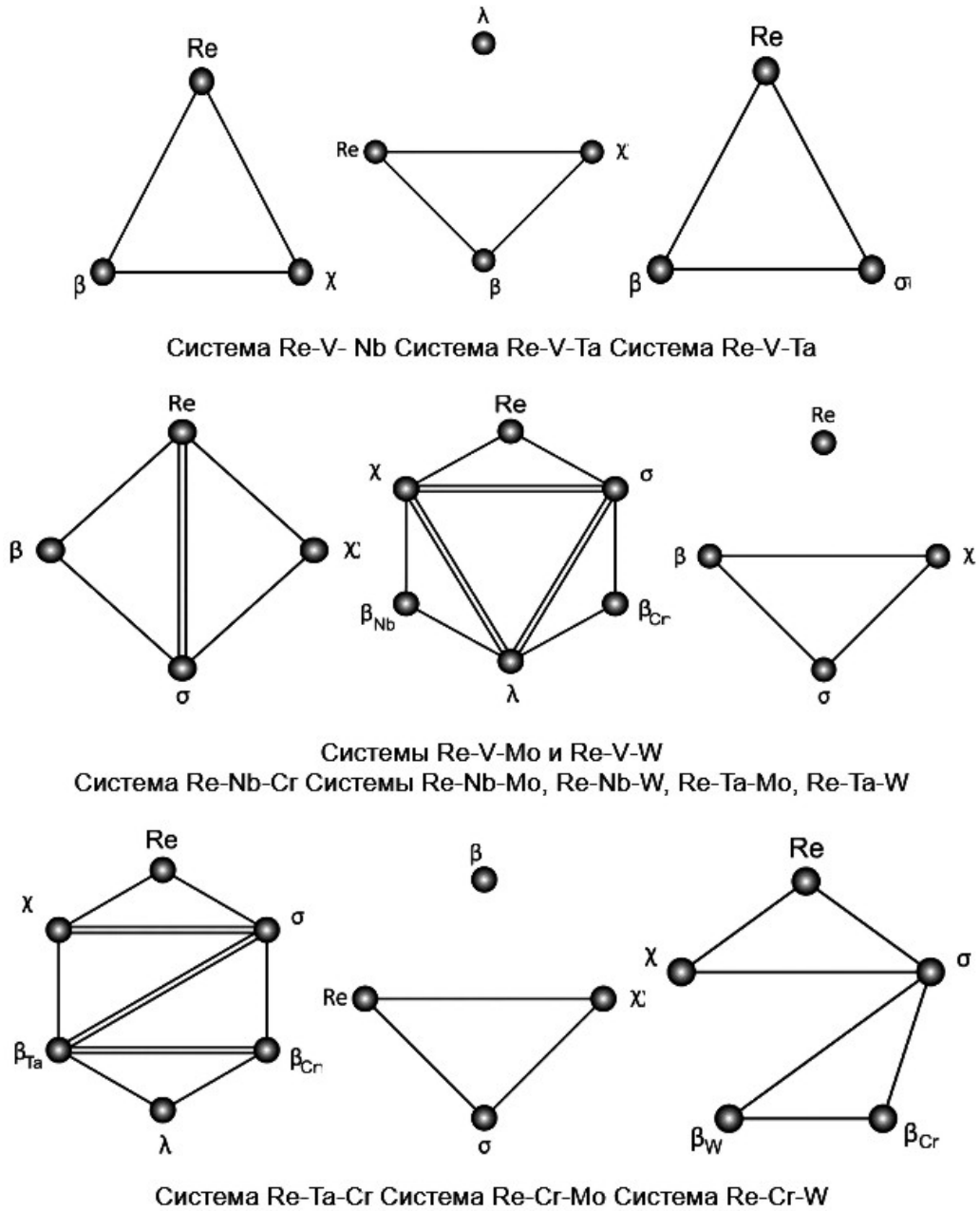


Рисунок 8 – Графы трёхфазных равновесий изотермических сечений диаграмм фазовых равновесий трёхкомпонентных систем рения и переходных металлов V–VI групп при 1375 К

Графы пятикомпонентной системы Ni-Re-Nb-Cr-Mo при 1200 К (рис. 9).

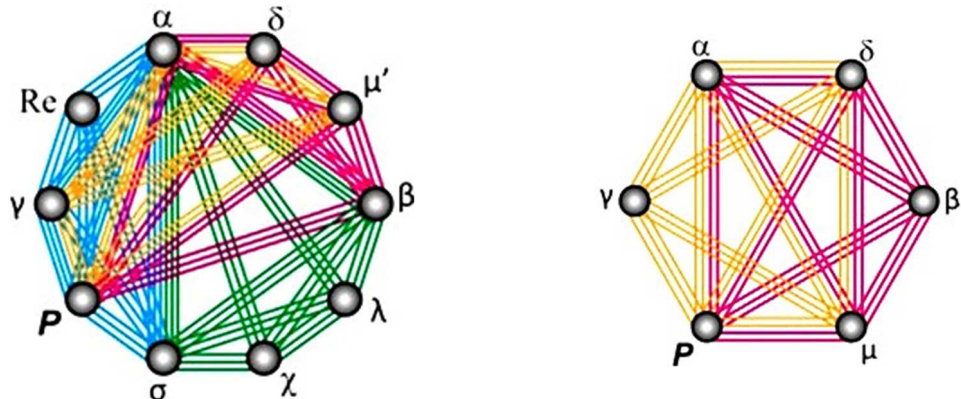
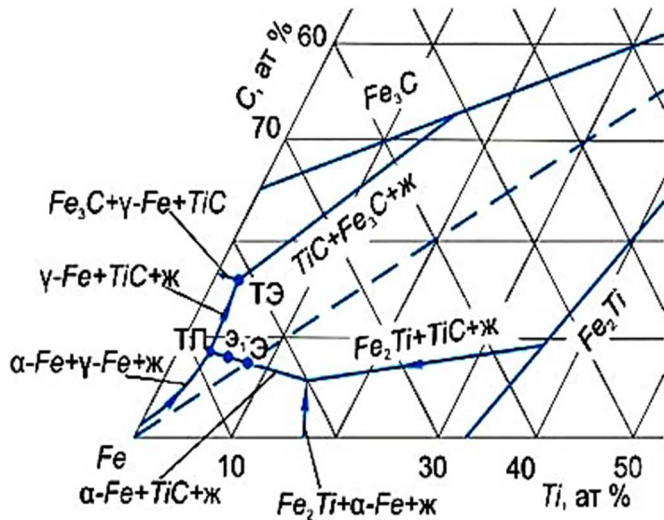
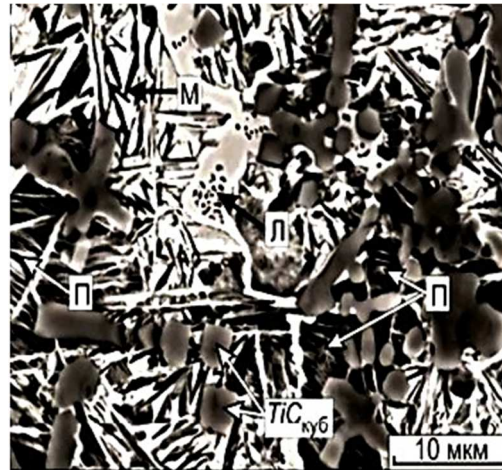


Рисунок 9 – Графы пятикомпонентной системы Ni-Re-Nb-Cr-Mo при 1200 К: а) суммарный граф без рекомбинирующих равновесий; б) остаточный граф



э1: $\text{ж} \leftrightarrow \text{TiC} + \alpha$ от 1350 °C
 ТП: $\text{ж} + \alpha \leftrightarrow \text{TiC} + \gamma$ от 1320 °C
 ТЭ: $\text{ж} \leftrightarrow \text{Fe}_3\text{C} + \text{TiC} + \gamma$ от 1140 °C

а)



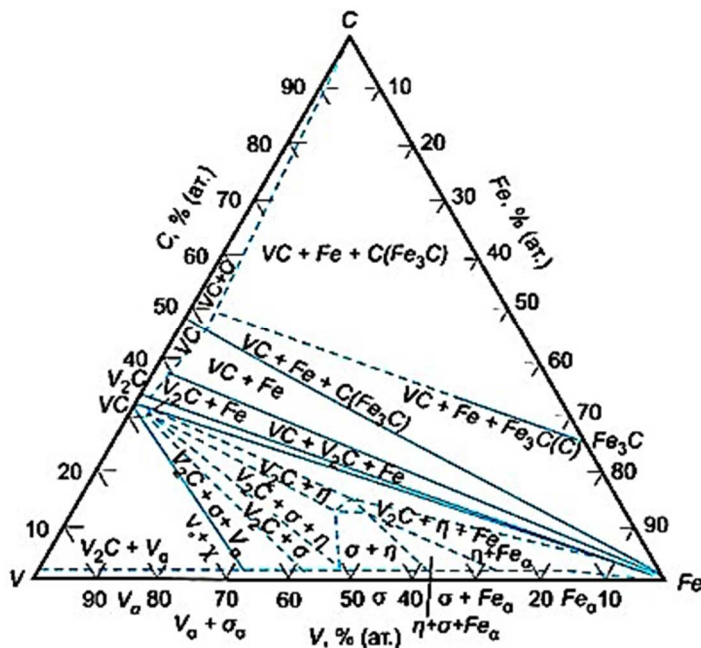
б)

Рисунок 10 – Диаграмма Ti-Fe-C (а), микроструктура слоев (б), сформированных при наплавке титано-графитной смеси: М – мартенсит; П – перлит; Л – ледебурит

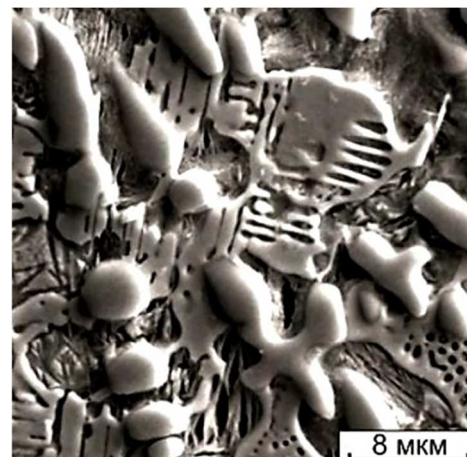
Взаимодействие тантала с углеродом приводит к образованию карбидов TaC и Ta₂C, микротвердость которых достигает 16...17 ГПа. Монокарбид тантала обладает кубической решеткой (4,456 Å), а Ta₂C – гексагональной решеткой (a = 3,104 Å, c = 4,943 Å), соответствующей решетке Mo₂C.

Диаграмма состояния «Ta-Fe-C» при температуре 1100 °C представлен на рисунке 12а, микроструктуры сплава на рисунке 12б [9, 10].

Молибден используют в качестве легирующего компонента совместно с хромом, никелем, ванадием, марганцем. Он повышает механические свойства покрытий, в том числе предел текучести, сопротивление изнашиванию и ударную вязкость (рисунок 13).

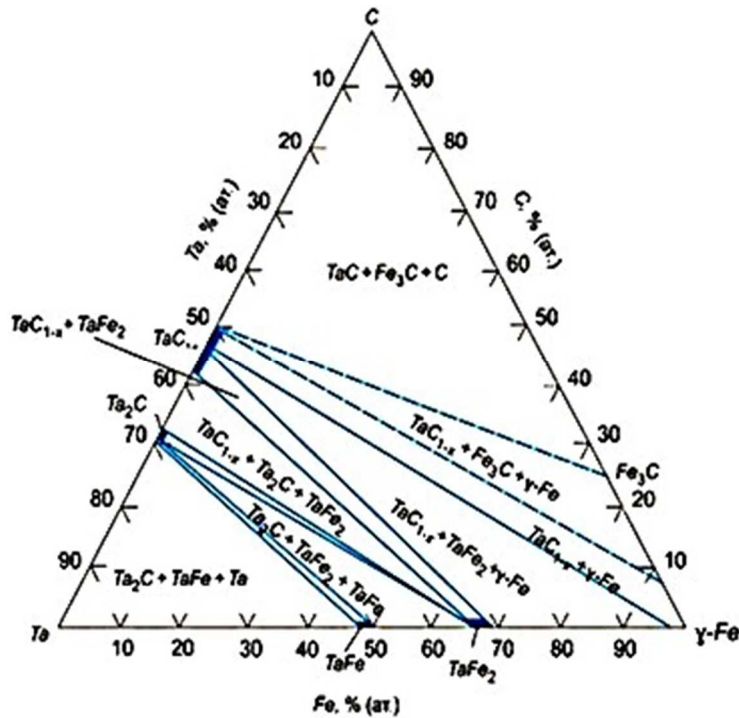


а)

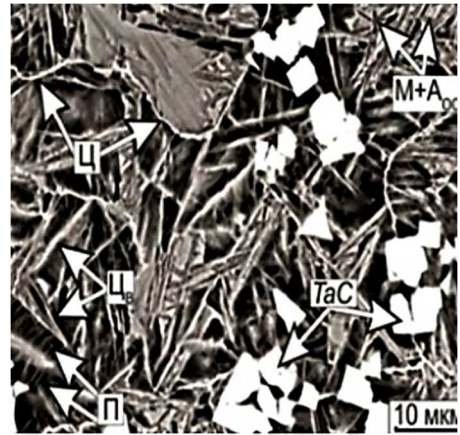


б)

Рисунок 11 – Изотермический разрез системы «Fe-V-C» при температуре 500 °C (а), изотермическое сечение диаграммы «Ta-Fe-C» при температуре 1100 °C (б)



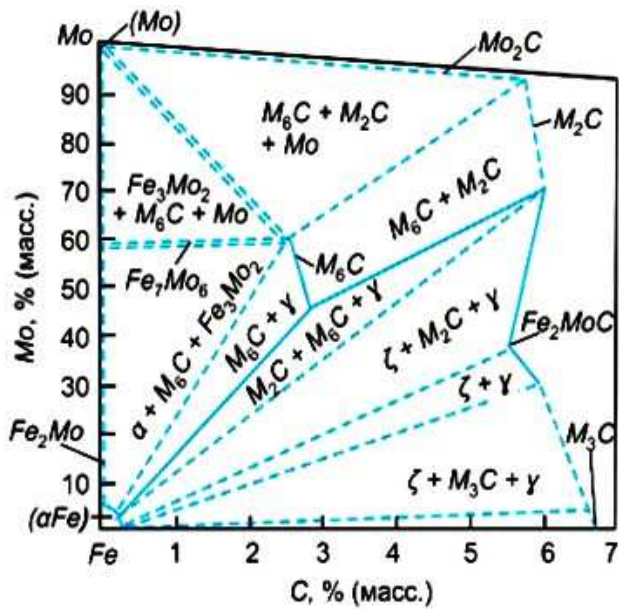
а)



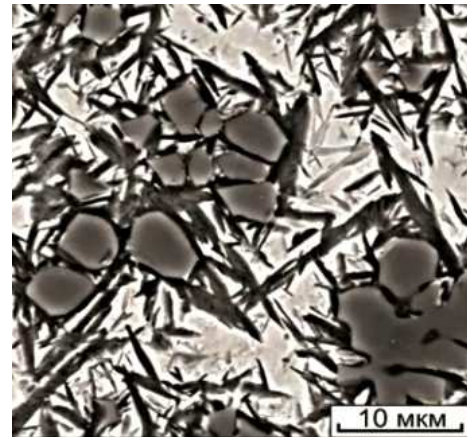
б)

Рисунок 12 – Микроструктура слоев, сформированных при наплавке смеси порошков на основе ванадия и графита (а), тантала и графита (б):

Ц – цементит, ТаС – карбиды тантала, П – перлит,
Цв – видманшетов цементит, М – мартенсит, Аост – остаточный аустенит



а)



б)

Рисунок 13 – Диаграмма системы Mo-Fe-C (а), микроструктура поверхностных слоев, сформированных при наплавке смеси порошков на основе титана и молибдена (б)

Использованием метода графов установлены фазовые равновесия четырёхкомпонентных системах.

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. – 224 с.
2. Панков В. П. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.
3. Слюсаренко Е.М. Прогнозирование взаимодействия химических элементов в многокомпонентных системах : дис. ... на соиск. д-ра хим. наук: 02.00.01 / Слюсаренко Евгений Михайлович. – М., 1998. – 360 с.
4. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 2(146). – С. 92–96.
5. Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174–179.
6. Медведев В.И. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Техническое регулирование. История. Развитие. Закон : монография / В.И. Медведев, В.П. Панков, В.В. Терехов, Д.В. Панков; Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 550.
7. Двойные и тройные карбидные и нитридные системы переходных металлов: Справ. изд. Х. Холлек / Пер. с нем.; Под ред. Ю.В. Левинского. – М. : Металлургия, 1988. – 319 с.
8. Исследование режимов обработки вальцов мукомольных мельниц с нанесенным покрытием / В.П. Панков, А.И. Шаталов, В.А. Соловьев, Л.К. Григорьян, М.Н. Худолев // НаукаПарк. – 2015. – № 2(32). – С. 58–62.
9. 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.
10. Панков В.П. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных методами хромоалитирования в вакууме / В.П. Панков, В.Д. Ковалев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 2(182). – С. 85–92.

УДК 004.71

**ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ КОМАНД УПРАВЛЕНИЯ
ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ ПУТЕМ АДАПТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО РЕСУРСА**



**INCREASING THE SPEED OF TRANSMISSION OF AIRCRAFT CONTROL
COMMANDS BY ADAPTIVE ALLOCATION OF TIME-FREQUENCY RESOURCE**

Понаморев А.В.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
dimalex25@bk.ru

Сухопаров П.Е.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
pavel_s1980@mail.ru

Василевский А.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
avasilevski311@yandex.ru

Аннотация. В работе представлен вариант повышения скорости передачи данных в сети воздушной радиосвязи, при выдаче управляющих воздействий на наиболее важных этапах полета воздушного судна, путем адаптивного распределения частотно-временного ресурса, а также применения алгоритма случайного многостанционного доступа, с целью повышение эффективности применения воздушного судна при выполнении специальных задач.

Ключевые слова: система управления, авиация, система связи, командная радиоперехватная линия управления, сеть воздушной радиосвязи, трафик.

Ponomarev A.V.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
dimalex25@bk.ru

Sukhoparov P.E.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
pavel_s1980@mail.ru

Vasilevsky A.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
avasilevski311@yandex.ru

Abstract. The aim of this work is the analysis of research related to the development of networks aviation radio communication presented in the famous work and justification of the perspective ways of modernization of communication systems of aircraft control. The analysis of more than a hundred sources devoted to the problems of development of both civil and military aviation radio communications was made. The analysis revealed problematic issues related to the lack of adaptability of air radio networks to the intensity of traffic transmitted through them.

Keywords: control system, aviation, communication system, command radio control, air radio network, traffic.

В настоящее время стремительно возрастает роль авиации специального назначения (СН) для решения широкого спектра задач в сфере обороны страны, обеспечения государственной безопасности, охраны правопорядка, предотвращения техногенных катастроф и стихийных бедствий. Одной из основных задач применения воздушных судов (ВС) авиации СН вышеуказанных силовых ведомств является наведение ВС СН (как пилотируемых, так и беспилотных) на воздушные цели. Необходимость в таком наведении возникает при выполнении следующих целевых задач (ЦЗ): перехвате ВС – нарушителей государственной границы и воздушного пространства Российской Федерации (РФ) (задача ВС авиации ПС ФСБ и ВС истребительной авиации МО); вывод спасательных ВС в район воздушных судов, терпящих бедствие (задача ВС авиации МЧС); перехват ВС – нарушителей правил организации воздушного движения, а также ВС, захваченных и используемых незаконными вооруженными формированиями (НВФ), либо террористами (задача ВС авиации Росгвардии и МВД) [1].

Одновременно с возрастанием интенсивности применения авиации СН выявляются проблемные технические аспекты управления ВС. Одним из таких аспектов является несоответствие принципов организации связи в сетях воздушной радиосвязи (СВРС) управления авиации СН высоким требованиям по оперативности управления,

своевременности передачи данных и команд на борт ВС и скорости передачи, как отдельных каналов управления, так и СВРС в целом. В частности, в современных СВРС используется директивный способ назначения частотно-временных ресурсов для отдельных каналов управления ВС в СВРС, что не позволяет адаптивно распределять частотно-временные ресурсы СВРС [2]. Проведенные исследования показали, что подобное распределение ресурсов не учитывает изменения интенсивности передаваемого по каналам управления трафика (команд и данных воздушной обстановки) на различных этапах полета ВС и характера выполняемых ими задач, что ведет к снижению своевременности передачи команд управления и как следствие – к снижению эффективности управления ВС.

Анализ процессов управления ВС показал, что СВРС является основным средством для управления одиночными и групповыми действиями ВС т.к. посредством СВРС осуществляется передача команд с пункта управления (ПУ) на борт ВС. При этом, интенсивность передачи трафика (команд и данных воздушной обстановки) в канале управления ВС в режиме командного наведения различна – на этапах полета в зону выполнения специальных задач интенсивность может быть невысокой, однако она значительно возрастает на этапах непосредственного наведения ВС на цель, выполнения ЦЗ, преодолении зон противодействия НВФ. Таким образом, трафик в канале управления ВС имеет нестационарный характер, что не учитывается в современных СВРС которые спроектированы с учетом стационарного трафика в канале управления ВС [3].

Отсутствие учета нестационарного характера трафика в канале управления ВС ведет к появлению неучтенной задержки передачи команд и данных в СВРС на наиболее важных этапах полета.

Разрешением вышеуказанной проблемной ситуации является повышение скорости передачи данных в канале управления СВРС, а также внедрение адаптивного распределения частотно-временного ресурса СВРС по отдельным каналам управления ЛА в зависимости от интенсивности передаваемого по ним трафика.

Для этого на основании данных о характере специальной задачи ВС, способе управления ВС темпе информационного обмена между ПУ и ВС и длины сообщений можно сформировать модель трафика информационного обмена между ПУ и ВС по этапам полета представленную в длительности этапов полета, в виде интервала, границы которого соответствуют минимальному и максимальному времени отработки этапа полета ВС.

Оценив априорные данные о границах интенсивности информационного обмена в процессе управления одним ВС, были разработаны математические функции, формализующие стационарную и нестационарную составляющие информационного обмена на ПУ–ВС.

Результирующая функция оценок интенсивности информационного обмена приведена на рисунке 1.

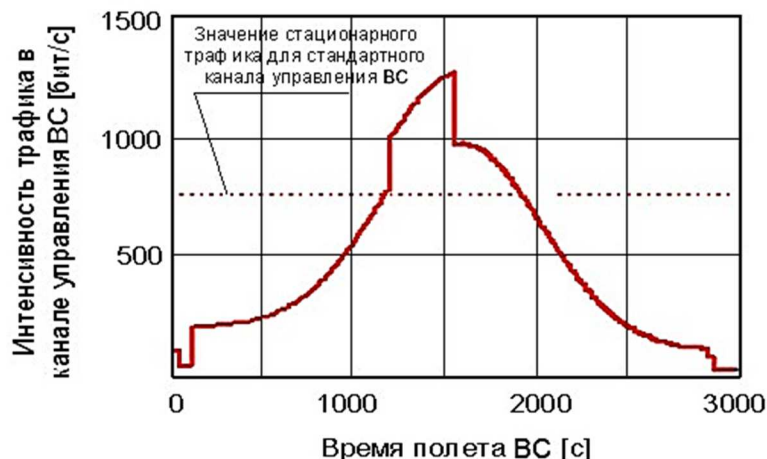


Рисунок 1 – Функция интенсивности трафика в канале управления ВС

В результате проведенного моделирования доказана общая нестационарность трафика в канале управления ВС, по которому передается команды управления, данные о тактической обстановке и донесения о результатах выполнения отдельных команд и состоянии ВС. Весь трафик, передающийся по каналу управления ВС можно разделить на две составляющие – стационарную и нестационарную. Стационарная составляющая трафика состоит из команд управления ВС и донесений об их выполнении, и имеет постоянную интенсивность, которая жестко зависит от этапа полета. Нестационарная составляющая трафика состоит, прежде всего, из данных о тактической обстановке, и имеет интенсивность широко изменяющуюся в широких пределах, которые зависят от обстановки в районе выполнения специальных задач. При этом пиковые значения интенсивности нестационарной составляющей трафика приходится на самые важные этапы полета ЛА – этап непосредственного наведения ВС [4].

Применение методов экстраполяции позволит произвести оценивание интенсивности трафика в канале управления ВС и соответственно спрогнозировать ее интенсивность на следующем цикле управления. На основе данного прогноза будет вычисляться необходимая скорость передачи в канале управления ВС. Кроме точечной оценки прогнозируемого значения интенсивности трафика в канале управления ВС необходимо учесть ошибки связанные с разбросом оцениваемых значений и собственными погрешностями метода экстраполяции. Общий вид процесса оценивания и экстраполяции интенсивности трафика в канале управления ВС отображен на рисунке 2.

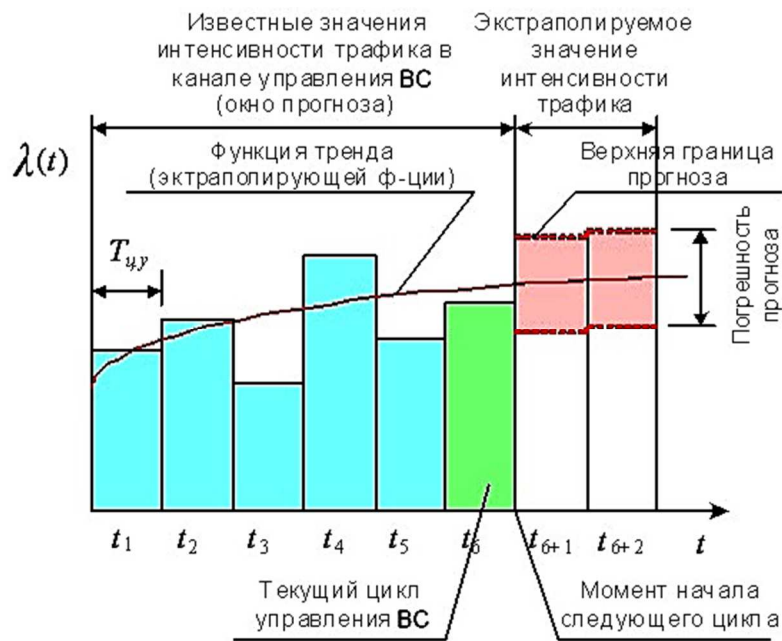


Рисунок 2 – Процесса оценивания и экстраполяции интенсивности трафика в канале управления ВС

Экстраполяция и последующее формирование на основе экстраполированных значений требований к скоростям передачи данных в каналах управления ВС должно, на первый взгляд, привести к формированию новых требований к ТТХ аппаратуры СВРС. Однако проведенные исследования показали, что это не так – возможно повышение скоростей передачи отдельных каналов управления ВС на этапах полета с высокой интенсивностью информационного обмена за счет снижения скоростей передачи других каналов управления ВС, которые соответствуют этапам полета ВС с низкой интенсивностью информационного обмена. В связи с этим, отсутствует необходимость изменять требования к ресурсам по пропускной способности СВРС в целом [5].

Таким образом, фактически данная методика реализует прогнозирование и адаптацию скоростей отдельных каналов к уровню интенсивности передаваемого в них трафика λ_p .

Предлагаемый подход к адаптивному распределению скоростей каналов управления ВС в СВРС, представленный на рисунке 3, не потребует формирования дополнительных ТТХ к существующим СВРС, а улучшит их эффективность за счет более рационального адаптивного распределения общего ресурса скоростей передачи каналов управления ВС. Повышение своевременности доставки пакетов трафика (T_i) по СВРС позволит повысить вероятность наведения управляемых ВС (P_{HH}). При этом целевое значение своевременности доставки пакетов трафика в каждом канале управления ВС будет выбираться с учетом текущего этапа полета, интенсивности трафика в каждом канале исходя из требований к вероятности наведения ВС ($P_{HH\text{ зад}}$) [6].

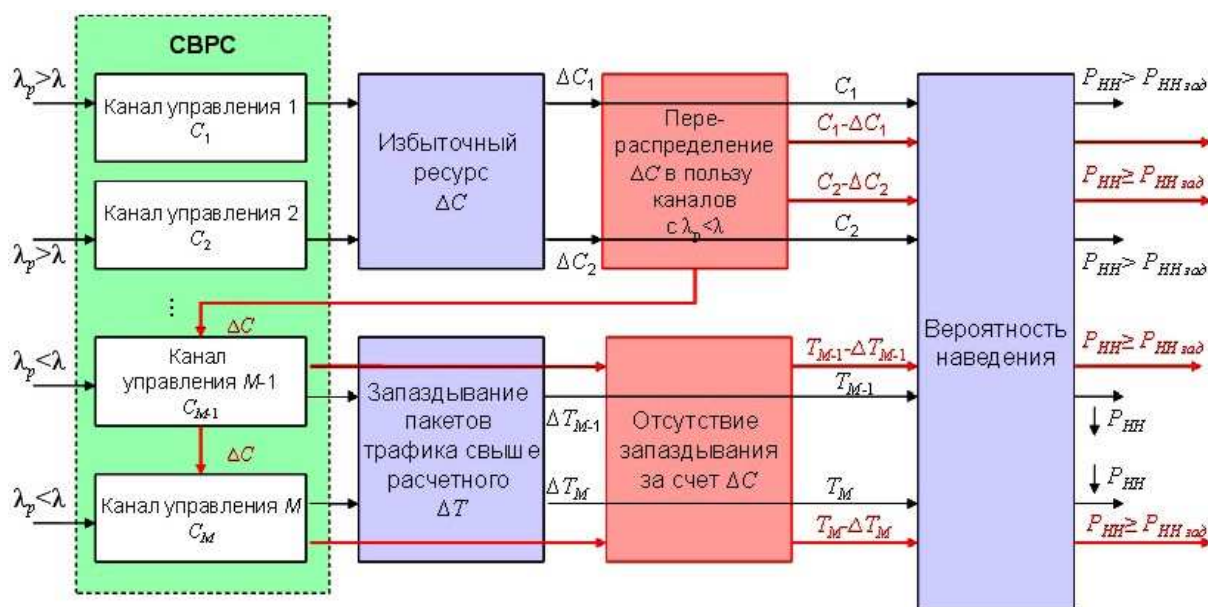


Рисунок 3 – Предлагаемый подход к адаптивному распределению скоростей каналов управления ВС в СВРС

Для практической реализации адаптивного доступа абонентов СВРС к каналу множественного доступа (КМД) потребуется изменение параметров протокола управления доступом и захвата КМД. Анализ протокола управления доступом используемого в современных СВРС показал, что захват КМД осуществляется за счет генерации случайной (равномерно распределенной по длительности паузы) паузы захвата канала. При этом длительность паузы захвата канала у всех абонентов в СВРС одинакова. Предлагается осуществить адаптивное распределение временного ресурса СВРС путем адаптивного управления длительностью паузы захвата канала в каждом из каналов управления в СВРС на каждом цикле управления ВС. При этом адаптивная длительность паузы захвата канала в m -ом канале СВРС ($T_{захв\ m}$), с учетом выражения (1), будет определяться как:

$$T_{захв\ m} = T_{захв} \frac{C_{необ,\ m}}{C_e}, \quad (1)$$

где $T_{захв}$ длительность паузы захвата канала в классическом протоколе случайного доступа.

Таким образом, использование соотношения (1) для формирования нового правила захвата КМД позволяет применить его ко всему классу протоколов КМД с постоянной длительностью паузы захвата.

Таким образом реализация предложенного адаптивного управления длительностью паузы захвата канала позволит выделить СВРС с высокой интенсивностью трафика абонентов дополнительную скорость передачи данных путем предоставления дополнительного частотного ресурса [7].

В итоге адаптивное распределение частотно-временного ресурса СВРС основано на прогнозируемом уровне интенсивности передаваемого по каналам управления ВС трафика и требованиях по эффективности ВС (по показателю вероятности наведения).

Вывод.

Повышение скорости передачи данных осуществляется путем адаптивного распределения частотно-временного ресурса СВРС с учетом интенсивности передаваемого по каналам управления ВС трафика. При этом адаптивное распределение частотно-временного ресурса СВРС основано на прогнозируемом уровне интенсивности передаваемого по каналам управления ВС трафика и требованиях к применению эффективности ВС (по показателю вероятности наведения), и ведется в два этапа. На первом этапе – распределение временного ресурса путем адаптивного изменения паузы захвата КМД СВРС. А в случае если суммарные требования по скоростям всех каналов управления ВС не могут быть обеспечены распределением временного ресурса СВРС – используется адаптивное выделение дополнительных частотных каналов или их распределение (второй этап).

Вышеуказанный подход логично продолжает и дополняет работы, посвященные повышению эффективности СВРС управления авиацией СН, и основан на общих принципах адаптивного распределения частотно-временного ресурса радиосети на основе прогнозирования интенсивности трафика от абонентов. При этом принципы адаптивного распределения частотно-временного ресурса по отношению к современным СВРС применяются впервые.

Список литературы:

1. Смирнов С.В. Анализ исследований в области авиационной радиосвязи и обоснование перспективных путей совершенствования сетей радиосвязи управления авиацией с авиационного комплекса радиолокационного дозора и наведения / С.В. Смирнов // Системы управления, связи и безопасности. – 2017. – № 3. – С. 1–27.
2. Верба В.С. Теоретические и прикладные проблемы разработки систем радиоуправления нового поколения / В.С. Верба, В.И. Меркулов // Радиотехника. – 2014. – № 5. – С. 39–44.
3. Понаморев А.В. Анализ исследований и обоснование задач развития авиационных сетей воздушной радиосвязи боевого управления авиацией за счет адаптации каналов управления летательными аппаратами к параметрам передаваемого в них трафика / А.В. Понаморев // Экономика и качество систем связи. – 2018. – № 2(8). – С. 42–52.
4. Понаморев А.В. Повышение эффективности функционирования сети воздушной радиосвязи боевого управления авиацией путем адаптации каналов управления к интенсивности передаваемого в них трафика / А.В. Понаморев // Экономика и качество систем связи. – 2018. – № 3(9). – С. 29–46.
5. Макаренко С.И. Исследование влияния своевременности передачи команд в сети воздушной радиосвязи на качество наведения летательного аппарата на цель / С.И. Макаренко, А.В. Понаморев // Труды учебных заведений связи. – 2019. – Т. 5. – № 2. – С. 126–131.
6. Иванов М.С. Моделирование трафика, передаваемого в канале управления летательным аппаратом при управлении им в процессе выполнения специальных задач. Ч. 1. Модель интенсивности нестационарного трафика на различных этапах полета / М.С. Иванов, А.В. Понаморев, С.И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности. – 2021. – № 6. – С. 120–147.
7. Иванов М.С. Методика повышения скорости передачи данных в сети воздушной радиосвязи управления летательными аппаратами за счет адаптивного распределения сетевого частотно-временного ресурса с учетом интенсивности передаваемого трафика / М.С. Иванов, А.В. Понаморев, С.И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности. – 2022. – № 1. – С. 104–139.

УДК 629.7

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ И МИРОВОЙ АВИАЦИИ
(БИОНИЧЕСКИЕ ПОЛЕТЫ)**



**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RUSSIAN AND WORLD AVIATION
(BIONIC FLIGHTS)**

Потапов А.Е.

кандидат исторических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
andrey140161@mail.ru

Аннотация. В статье говорится о перспективах и основных направлениях развития российской и зарубежной авиации. Рассматривается опыт России и других стран в деле применения принципиально новых разработок и подходов в создании самолетов будущего.

Ключевые слова: российская авиация, безопасность полетов, «летающее крыло», «Авиаспарс», «Бионический лайнер», «Шугар вольт», Оскар Винулс, Н. Поликарпов.

Potapov A.E.

PhD in Historical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
andrey140161@mail.ru

Abstract. The article talks about the prospects and main directions of development of Russian and foreign aviation. The experience of Russia and other countries in the application of fundamentally new developments and approaches in the creation of aircraft of the future is considered.

Keywords: Russian aviation, flight safety, «flying wing», «Aviaspars», «Bionic liner», «Sugar Volt», Oscar Vinuls, N. Polikarpov.

Авиационная отрасль страны может выйти на принципиально новый уровень развития.

В.В. Путин.

С зарождением авиации на рубеже XIX–XX веков, произошло ее стремительное развитие, причем такое быстрое, что нет никаких сомнений, что в ближайшие пятьдесят лет мы будем преодолевать воздушное пространство на принципиально новых, фантастических летательных аппаратах. В основе возможности этих аппаратов будут лежать совершенно другие принципы движения, какими мы пользуемся сегодня.

В 1878 г. русский военный моряк и изобретатель Александр Федорович Можайский предложил конструкцию летательного аппарата на паровом двигателе. Спустя четыре года самолет попытался подняться в воздух, пролетел несколько метров, но потом резко накренился, зацепил крылом землю и рухнул. Неудачу изобретатель объяснил недостаточной мощностью мотора. К самой же конструкции ни у Можайского, ни у других инженеров, присутствующих на испытании, никаких претензий не было. Конструкция самолета действительно оказалась идеальной и еще многие десятилетия служила основой для всех производителей авиационной техники. Фюзеляж, крылья, стабилизатор и киль – казалось, что ничего нового уже придумать нельзя, и в XXI веке облик самолета принципиально не изменится.

Вместе с тем, авиационные конструкторы думают совершенно иначе и не особо говорят о своих перспективных разработках, так как на создание летательных аппаратов нового поколения брошены слишком большие финансовые и интеллектуальные ресурсы. Вместе с тем, некоторые любопытные данные о самолетах будущего просачиваются из конструкторских бюро и экспериментальных лабораторий ведущих авиационных концернов.

Основная концепция любого гражданского пассажирского лайнера состоит в том, чтобы приносить прибыль компании его эксплуатирующей. Но, для того, чтобы эту прибыль приносить, есть разные способы. С этой точки зрения, естественно, рассматриваются и все остальное: удобство, комфорт и безопасность. Поэтому, если у какой-то авиакомпания будут самолеты, которые признаны самыми безопасными, салон которых чрезвычайно комфортабелен, то, конечно, при условии выбора, пассажиры будут

отдавать предпочтение этой компании, и она будет получать большую прибыль. Современные авиаперевозки предполагают обеспечение пассажирам определенного комфорта. В этой связи современные разработчики авиационной техники, в своих проектах подчас превзошли многих научных фантастов. Но в данном случае речь идет не о фантазиях, а о реальном проекте, по мнению многих авиационных специалистов, за которым будущее, получившем название «Бионический лайнер».

Так инженер Н.А. Поликарпов, редактор научно-популярного журнала «М-Хобби», говоря об особенностях проекта, отмечает, что, во-первых, он не привязан к аэродинамической компоновке самолета. Лайнер можно сделать как в классической конструкции, то есть труба с двумя крыльями, так и по принципу «летающее крыло». В любой схеме конструкторы утверждают, что внутренняя структура пассажирского самолета будет основана на свойствах скелета птиц, с целью обеспечения минимального веса машины. Во-вторых, необходимую в полете прочность конструкции, ее жесткость.

В мировой и отечественной авиации сейчас по-другому – толстая несущая панель и фактически такой же, но более слабый внутренний набор, что противоречит основным природным факторам. Бионический же дизайн фактически возвращает нас в объятия природы и берет от нее самое совершенное. Грудная клетка птицы (скелет) имеет довольно сложную структуру – каркас на который надета тонкая обшивка. Мало этого, разработчики идеи хотят облачить салон самолета в своеобразную интеллектуальную мембрану – эластичные жалюзи внутри фюзеляжа, которые во время полета раскрываются, и стенки с потолком становятся прозрачными, а интеллектуальная система лайнера регулирует интенсивность потока солнечных лучей. Во время полета пассажиры смогут наслаждаться обзором не через узенький иллюминатор, как сейчас, а смогут смотреть через крышу и стенки салона, которые, по мысли разработчиков, будут становиться прозрачным. Для удобства и комфорта пассажиров, сиденья будут оборудованы датчиками и приводами, которые позволят конфигурацию каждого кресла подстраивать под конкретного человека, в зависимости от его антропометрических показателей. Более того, предполагается, что компьютерная система будет угадывать желание пассажира, когда он захочет, скажем, повернуться на бок, сиденье будет изменять свою конфигурацию. Разработчики бионических самолетов уверяют, что традиционное разделение авиалайнера на бизнес и эконом классы уйдет в далекое прошлое, а борт будет разбит на так называемые персонализированные зоны.

В первой зоне, будет предусмотрен режим лунного света, и она условно получила название оживляющей. По желанию, пассажир может получить сеанс ароматерапии и даже массажа. В центре салона будет расположена интерактивная зона, площадка для совместных развлечений и активного общения с соседями по авиапутешествиям. С помощью виртуальных проекций, которые будут обеспечивать лазеры, пассажиры смогут создавать самим себе разнообразное искусственное окружение для самых разных сценариев: от голографических игр, например, гольфа, до виртуальных примерочных модной одежды. Для тех людей, кто в полете привык работать с компьютерами и другим электронным оборудованием, будет отведена специальная зона.

Вся эта система будет непрерывно развиваться, и ориентироваться на какие-то совершенно новые устремления и потребности пассажиров, причем при озвучивании эти пожелания будут воплощаться в жизнь. Например, по желанию, пассажира огромного трехпалубного лайнера, вдруг появляется бар, или возможность посещения магазина, площадка для игры в гольф или сауна [2].

Есть и другие довольно интересные и не менее фантастические концепции салона самолета будущего. Так, английские специалисты предлагают спальные кабинки-коконы вместо традиционных кресел. Это что-то вроде капсульных гостиниц в транзитных зонах воздушных гаваней. Конструкторы посчитали, что путешественникам будет гораздо уютнее в этих футуристических кабинах с регулируемым светом, звуком и температурой, чем сидя в кресле или даже с 3-Д иллюминатором.

Когда мы говорим о дальних перелетах, например 20 часов, то просидеть это время в кресле традиционного самолета – большое испытание. Поэтому многие, потенциальные пассажиры, не летают на большие расстояния, так как не в состоянии физически перенести такой долгий перелет, просто в положении сидя. Поэтому начи-

нают появляться самолеты со спальными местами на борту. Чтобы дальний магистральный самолет будущего не превращать в спальный вагон конструкторы предлагают комбинированный вариант компоновки салона – все те же традиционные кресла, которые, при желании, можно покинуть и перебраться в коконы. Сами же спальные места инженеры планируют разместить на месте багажного отделения, в пространстве между камерами хранения и фюзеляжем.

Специалисты-аэродинамики считают, что современная, классическая компоновка самолета с точки зрения аэродинамики уже себя давно изжила. Поэтому предлагают новую компоновку, по типу «летающего крыла», которая дает до 20–25 процентов улучшения аэродинамики лайнера. Подобный проект разрабатывается отечественными инженерами-конструкторами Объединенной авиастроительной корпорацией АО «Экспериментальный машиностроительный завод имени В.М. Мясищева». Но, к сожалению, существуют определенные проблемы. Фюзеляж имеет эллиптическую архитектуру, то есть не совсем, но почти летающее крыло. Самолет планируют оснастить удлиненным, тонким в профиле крылом с так называемыми шарклетами (винглетами), то есть с загнутыми вверх кончиками. Двигатели будут установлены сверху фюзеляжа в хвостовой его части. Предполагается, что такое расположение двигателей, скорее всего, электрических, позволит существенно уменьшить уровень шума самолета на земле, поскольку значительная часть грохота силовых установок будет отражаться вверх. Другие подробности новой разработки пока неизвестны. Безусловно, это революционный прорыв в авиаконструкторской мысли, но, как говорят специалисты, именно с такой компоновкой могут появиться проблемы с запуском самолета в серийное производство [3].

Как и всегда, главный вопрос – безопасность. Все знают, что в самолете есть аварийные выходы и в классической схеме «фюзеляж – крыло» они размещены достаточно просто. С применением схемы «летающее крыло», эти выходы негде будет сделать. Вот только один единственный параметр, и самолет становится практически не сертифицируемым. И пока этот вопрос, к сожалению, решить достаточно проблематично, не только в техническом плане, но и в нормативно-правовом [8, с. 73].

Опять же, пассажиру сидеть без иллюминатора тоже достаточно некомфортно. Вместе с тем, бионический самолет будет, по словам Н. Поликарпова оснащен раздвижными жалюзи под прозрачным потолком. Но вот с аварийными выходами из летающего крыла инженеры пока ничего придумать не могут. Есть только одна надежда, что в будущем авиация станет абсолютно безопасна и никаких люков для экстренного покидания самолета не понадобится. Кстати, те, кто разрабатывает бионический лайнер, планируют, что высокоинтеллектуальная авиация будущего сможет самоорганизовываться.

Это означает, что встроенные в систему управления авиалайнеров компьютеры будут подбирать наиболее безопасные и эффективные для окружающей среды маршруты. Есть направления, которые пользуются наибольшей популярностью у пассажиров, и по таким направлениям самолеты будут летать не поодиночке, как это происходит сейчас, а группами, как журавлиный клин. В такой же клин будут встраиваться воздушные корабли, скажем, из 25 самолетов, и, подобно птичьей стае пойдут по маршруту в сверхдальний перелет. Конструкторы убеждены, что внутри подобного самолетного клина удастся значительно снизить сопротивление воздуха. По мнению инженера Н. Поликарпова: «Действительно, при некоторых условиях полет в таком строе для самолета более выгодный, потому что аэродинамическое сопротивление может быть меньше на несколько процентов. А несколько процентов уменьшения сопротивления полету, соответственно, дает изрядную топливную экономию. Но это тоже пока все гипотетические какие-то возможности, которые, то ли будут реализованы, то ли не будут в зависимости от сложившихся условий» [2].

За океаном также разрабатываются новые концептуальные модели пассажирских летательных аппаратов. Например, проект «SUGAR Volt». SUGAR – это, не сахар (в переводе с английского), а аббревиатура и означает дозвуковой, супер-экологичный экспериментальный самолет. Вторая часть названия вольт говорит о том, что проект построен на принципах электротехники. Концепт самолета «SUGAR Volt» – лайнер с гибридной силовой установкой [4].

Н. Поликарпов считает, что «сейчас, не для кого, не секрет, что есть гибридные автомобили, но уже разрабатывается концепция гибридного самолета. То есть предполагается, что он будет иметь два типа двигателей. Одни будут традиционные, но более современные авиационные двигатели, работающие на углеводородном топливе. На этих двигателях самолет будет взлетать и набирать высоту, а там, где уже расход энергии минимален, когда самолет поднялся на эшелон, движется в разреженных слоях воздуха, он будет лететь на электрических двигателях, которые будут питаться от аккумуляторных батарей» [2]. Этот летательный аппарат запрограммирован на экономию керосина более чем в два раза по сравнению с сегодняшними гражданскими самолетами. Предполагается, что лайнер будет заряжать свои батареи во время стоянки в аэропорту. Зарядка будет идти от местных электросетей. На взлете самолет будет использовать стандартное авиационное топливо, но после достижения необходимой высоты полета сможет перейти на питание двигателей от электроэнергии. Вроде бы, налицо не только ощутимая экономия углеводородного топлива и экологичность, но все очень спорно.

67 процентов выработки электрической энергии в мире, идет за счет сжигания органического топлива, то есть угля, торфа, нефти или газа [6, с. 475]. Соответственно, аккумуляторы эти каким-то образом надо будет заряжать. По мнению Н. Поликарпова: «Где бы они не заряжались, и как бы они не заряжались, эта энергия будет вырабатываться все-таки за счет нанесения вреда экологии при сжигании какого-то твердого или жидкого, или газообразного топлива. То есть мы просто отдаляем от конечного потребителя то место, где наносится максимальный вред экологии» [2].

Разработчики на этот счет ничего не говорят, зато не без гордости заявляют, что размах крыла перспективного самолета «SUGAR Volt» будет приблизительно в 2 раза больше, чем у существующих сегодня пассажирских авиалайнеров. Использование такого решения должно снизить длину разбега самолета при взлете и увеличить энергоэффективность машины, а также компенсировать немалый вес аккумуляторных батарей. При этом крылья самолета смогут складываться для того, чтобы по габаритам авиалайнер можно было уместить в большинство современных аэропортов. Также специалисты американской компании подчеркивают, что гибридная силовая установка самолета будет обладать низким уровнем шума. Но, как бы, ни были привлекательны гибридные решения, появление такого самолета в том, или ином варианте не стоит ждать раньше середины века. В первую очередь это связано с тем, что современный технологический уровень не позволяет разработать аккумуляторные батареи достаточной емкости. Хотя работа в этой области ведется в электронной, автомобильной и других отраслях промышленности многих стран.

Очень интересная футуристическая модель фантастического летательного аппарата представлена испанской конструкторско-дизайнерской компанией Оскара Винулса из Барселоны. По словам самого владельца компании, внешний облик лайнера был навеян архитектурными мотивами знаменитого Антонио Гауди, создателем самого необычного в мире собора «Ля Согреда Фамилия» – храм святого семейства [10].

Очень интересные технологические вещи появляются на стыке сотрудничества с искусством. И это оказывается интересным не только конструкторам, но и миллионам других людей. И поэтому из этого может появиться совершенно новая отрасль. Что-то меняется в привычных нам областях, что-то начинает меняться не по технологической, а по эстетической линии. Самолет дизайнерской компании Оскара Винулса, получил сложное и трудночитаемое обозначение «AWWAQG progress eagle».

По задумке автора, этот летательный аппарат сможет брать на борт до 800 пассажиров. За футуристическим внешним видом самолета кроется перевод авиапутешествий на принципиально новый уровень. Самолет обладает сразу 3 палубами. Первая из них расположена в носовой части авиалайнера и предлагает пассажирам красивый панорамный обзор, а также разнообразные развлечения. Кабина пилотов располагается на второй палубе. При этом она включает в себя комнату, где экипаж может полноценно отдохнуть на настоящей кровати или попить кофе. А. Гайданский – генеральный директор авиастроительной компании АО «АэроКомпозит» считает, что конструктивно-реактивный самолет «AWWAQG progress eagle», по замыслу проектировщиков,

должен состоять из композитных материалов. Сочетание уникальных свойств технологических, прочностных, из которых можно делать конструкции высокой прочности, высокой жесткости, что дает возможность конструктору создавать, допустим, крыло более тонкое и более длинное. Это более совершенная аэродинамика, чем для крыла алюминиевого [1].

В проекте Оскара Винулса ультратонкие крылья в состоянии складываться по секциям во время нахождения авиалайнера на стоянке в аэропорту. По сути, самолет испанского дизайнера можно считать дальнейшим развитием концепции «Бионического лайнера» [10].

По мнению А. Гайданского, практика показывает, что «путь от фантастического, красивого прототипа до реальной модели довольно сложен и не всегда реализуем. Возможности реальной экономики сталкиваются с непреодолимыми технологическими проблемами. Мало этого процедура сертификации очень сильно ограничивают полет фантазии современных авиаконструкторов. Вот мы сейчас стоим на пороге создания нового самолета. То, что мы работаем с нашими китайскими коллегами по широкофюзеляжному самолету. Возможно, мы будем применять какие-то элементы предлагаемого современного дизайна. По крайней мере, сейчас такие вопросы рассматриваем. Гарантировать, что они точно будут применены не можем. Но научно исследовательская работа в этом направлении ведется» [1].

Российские авиаконструкторы изучают еще одну очень интересную разработку Оскара Винулса, связанную с проектом фантастического самолета, где решили применить ультрасовременные инновации для решения сверхобтекаемости кабины пилота, на основе неких биологических материалов. Футуролога М. Калашников считает, что: «Исследователи пытаются скопировать фактуру кожи дельфина с целью уменьшения трения, ведь дельфин поражает своей быстроходностью. Он может без особых усилий двигаться со скоростью 30–40 узлов. Когда мы смотрели, как движется дельфин, его тело обтекали только ламинарные потоки, прямо текущие, не было завихрений и кривых потоков, он не терял энергию» [7].

Уже давно признан тот факт, что инженерам, строящим летательные аппараты, многое подсказывает природа. Например, при создании скоростных самолетов авиаконструкторы столкнулись с явлением флаттера – вибрации фюзеляжа и крыльев, приводящей к разрушению конструкции. В конце концов, средство борьбы с флаттером, связанным с возникновением вихревых пульсаций, было найдено. На концах крыльев стали делать утолщение. А подсказала это решение обыкновенная стрекоза. У нее точно такие же утолщения имеются на кончиках крыльев.

Что же касается дельфина, то его способностями фантастически быстро плавать авиаконструкторы заинтересовались с подачи кораблестроителей. Многие в этой области еще остаются неизученным, многое спорно. Например, еще в 30-е годы английский зоолог Джеймс Грей обратил внимание, что дельфины в течение длительного времени могут кружить вокруг быстроходного судна, хотя даже при самой поверхностной оценке мощности их мышц для этого явно хватать не должно. Значит, дело не в мышцах, а в коже.

Футуролог М. Калашников говорит: «Да, кожа у него гигроскопичная, там жировые железы и многое другое. Вот поэтому в 1958 г. была создана искусственная кожа дельфина, которая экспериментально использовалась для изготовления торпед, скорость которых увеличивалась на 25–30 процентов, но до скорости настоящего дельфина, не дотягивала и до сих пор не дотягивают. Но это касается движения в воде, а воздух – это немного другое» [7].

Реализовать проект гражданского сверхзвукового самолета удалось в 70-х годах прошлого века, когда начались полеты советского Ту-144 и французского «Конкорда». Казалось, что за этими самолетами будущее. Но Ту-144 на пассажирских маршрутах пролетал в общей сложности меньше года. «Конкорду» повезло больше – он эксплуатировался более двадцати лет, но пользовались им лишь две авиакомпании, так как было много проблем. Говоря об этом периоде развития авиации А. Гайданский, констатирует: «Конечно, на том уровне технологического развития, технических проблем было достаточно и соответственно возникали проблемы с безопасностью. Случались ка-

тастрофы и с Ту-144 и с «Конкордом», унесшие жизни людей. Расход топлива, при эксплуатации этих самолетов был очень высоким, поэтому об эффективности этих лайнеров говорить не приходилось. Одна из причин неудачи программы Ту-144 и «Конкорда» дороговизна перелета. Билет на французский лайнер из Парижа до Нью-Йорка обошелся в двадцать тысяч долларов в пересчете на современные цены. Полет на Ту-144 стоил дороже обычного авиабилетов в два с половиной, а то и в три раза. Но самая серьезная проблема – момент перехода лайнером звукового барьера. Преодоление этой преграды сопровождается ударной волной. Достигая земли, эта волна способна оглушить человека, натворить немало других бед. Пока не удастся решить проблемы экономичности перелета и звукового барьера, чтобы это было конкурентоспособно» [1].

Тем не менее, тема не оставлена. Разработчики помнят, почему проекты первых сверхзвуковых пассажирских самолетов оказались неудачными. Есть еще одна задача – новый самолет должен быть универсальным, то есть способным при специально поставленных задачах выходить на околоземную орбиту и перевоплощаться в космолет. Футуролог М. Калашников отмечает, что в принципе, эту задачу уже решили в прошлом веке, когда советский «Буря» и американские «Шаттлы» приземлялись по-самолетному. Сейчас европейские разработчики работают над созданием сверхзвуковых самолетов, но это уже не сверхзвуковой, а скорее гиперзвуковой самолет (8500 км/час), то есть еще более сложный технический уровень. Благодаря своим сверхсовременным характеристикам он может выскакивать по баллистической траектории в космос. Но для того, чтобы он был полноценным космическим носителем, на нем должен стоять третий двигатель – ракетный, иначе он не сможет маневрировать на орбите [7]. И опять же проблема нормативно-правового урегулирования этого вопроса [9, с. 5].

И самое главное – безопасность полета и гарантии для пассажиров, что они останутся целы и невредимы, даже если у самолета по каким-то сверхъестественным причинам отказали все турбины или отвалились все крылья. Совсем недавно появился так называемый проект «Авиаспарс», предложенный российскими изобретателями. Этот проект предполагает использовать парашютно-реактивную систему – ту, с помощью которой Воздушно-десантные войска спускают на землю свои боевые машины. Разработчики предлагают помещать внутрь фюзеляжа самолетов отсеки на 50–60 кресел, каждый из которых был бы оборудован этой самой парашютно-реактивной системой. При аварии отсеки кресел вытягиваются парашютами через кормовую аппарель и опускаются так же, как боевая машина десанта. Однако, как считает Н. Поликарпов: «У такой системы есть ряд недостатка. Понятно, что на обычный пассажирский лайнер такую систему установить невозможно. Ну и самое главное, что в боевых машинах десанта находится экипаж. Десантники десантируются отдельно, и экипаж находится в специальных ложементов, которые гасят энергию удара. Удар получается приличный – скорость приземления такой платформы порядка 8 метров в секунду. Вероятность для пассажира при этом уцелеть, очень невелика» [2].

Самой обсуждаемой сегодня можно назвать идею выпускника Иркутского государственного технического университета Владимира Татаренко. По сути, это еще один вариант использования парашютно-реактивной системы. Татаренко предполагает спроектировать принципиально новый тип самолета, где кабина пилотов с крыльями, двигателями и оперением будет представлять собой основу, то есть собственно самолет, а пассажирская кабина со встроенной системой спасения крепилась бы к ней как конформный подвесной контейнер. В случае опасности он бы мгновенно отсоединился, спускался на парашютных куполах и тормозился у земли реактивной тягой. Подобного типа систем запатентовано во всем мире немало, но до сего дня не реализована ни одна из них. Поскольку при кажущейся простоте исполнения и заманчивых дополнительных шансов на спасение пассажиров все они имеют ряд крайне серьезных недостатков. Матрешка со второй спасательной кабиной внутри основного фюзеляжа неизбежно утяжеляет самолет и уменьшает количество пассажирских мест в нем. Значит, авиакомпании будут меньше зарабатывать на каждом рейсе, а тратить на топливо и обслуживание придется больше [12].

Самая на сегодняшний день самая революционная концепция, была предложена молдавским изобретателем Александром Биланом, который совместно с сотрудни-

ками Хельсинского университета, создал систему безопасности для самолётов, назвав её «SIAAB1 2013» и «SIAAB2 2013», предложив вообще ничего от самолета не отделять и никак пассажиров из него не спасать, а дать возможность самолету падать. А вот пассажиров спасти в самый последний момент, когда самолет должен коснуться земли. Для этого в конструкцию нового авиалайнера должны быть вмонтированы титановые капсулы. В капсулы закачана особая жидкость, которая в случае аварии превратится в пену, а затем в твердое вещество, а после крушения опять в жидкость. Объем пены, увеличиваясь в 400 раз, будет обволакивать пассажира, словно кокон, защищая от удара [5].

Впрочем, как утверждают специалисты в авиационной сфере, летательному аппарату будущего не понадобятся никакие подобные системы спасения пассажиров, поскольку авиация станет абсолютно безопасной, и шанс, что самолет потерпит крушение, будет равен шансу столкновению земли с астероидом.

Список литературы:

1. Гайданский А. – URL : https://industrytv.ru/series/anatoly_gaiganskiy (дата обращения 12.09.2023).
2. Бионический лайнер. – URL : <https://stend-modelist.club/people/polikarpov-nikolaj-anatol-evich> (дата обращения 05.09.2023).
3. В России предложили создать самолет с эллиптическим фюзеляжем. – URL : <https://nplus1.ru/news/2017/06/26/m60> (дата обращения 07.09.2023).
4. Гибридная модель самолета Sugar Volt. – URL : <https://www.electra.com.ua/istochniki-elektro-energii/113-gibridnaya-model-samoleta-sugar-volt.html> (дата обращения 13.09.2023).
5. Изобретатель из Молдавии спасает человечество от авиакатастроф. – URL : <https://topwar.ru/59019-izobretatel-iz-moldavii-spasaet-chelovechestvo-ot-aviakatastrof.html> (дата обращения 13.10.2023).
6. Ильинова С.В. Современное состояние и тенденции экологической безопасности, экологизация окружающей среды / С.В. Ильинова // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XIII Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2023. – С. 473–477.
6. Калашников М. – URL : https://raexpert.ru/database/person/kalashnikov_maksim (дата обращения 12.09.2023).
8. 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.
9. Потапов А.Е. Нормативно-правовое регулирование использования космического пространства: история и перспективы развития / А.Е. Потапов, Д.А. Шеламова // В сборнике: Актуальные вопросы развития авиационной военной науки и практики. Материалы XII международной научно-практической конференции военно-научного общества, посвященной 61-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2022. – С. 3–9.
10. Представлен концепт трёхэтажного самолёта будущего. – URL : https://4pda.to/2022/10/02/404457/predstavlen_kontsept_tryokhetazhnogo_samolyota_buduschego (дата обращения 12.09.2023).

УДК 621.794

ОЦЕНКА ДИФфуЗИИ В СИСТЕМЕ НИКЕЛЬ – АЛЮМИНИЙ



EVALUATION OF DIFFUSION IN THE NICKEL – ALUMINUM SYSTEM

Панков В.П.

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

Швецов А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Панков Д.В.

Министерство обороны РФ
kvvaul@mil.ru

Попов И.Н.

доцент,
Московский энергетический институт
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Целью исследований является оценка диффузии в системе никель – алюминий. Для описания процесса диффузии в трехкомпонентной системе с переменными концентрациями на поверхности необходимо получить решение системы дифференциальных уравнений с соответствующими начальными и граничными условиями.

Ключевые слова: газовая турбина, алюминидное покрытие, сплав, диффузия, система уравнений.

Pankov V.P.

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

Shvetsov A.A.

Krasnodar Higher
Military Aviation School of Pilots
kvvaul@mil.ru

Pankov D.V.

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

Popov I.N.

Associate Professor,
Moscow Power Engineering Institute
kvvaul@mil.ru

Abstract. The aim of the research is to evaluate the diffusion in the nickel-aluminum system. To describe the diffusion process in a three-component system with variable concentrations on the surface, it is necessary to obtain a solution of a system of differential equations with appropriate initial and boundary conditions.

Keywords: gas turbine, aluminide coating, alloy, diffusion, system of equations.

Для изготовления деталей газовых турбин, работающих в условиях воздействия газового потока, широкое применение нашли жаропрочные сплавы на основе никеля (рис. 1) [1, 2].



а)

б)

Рисунок 1 – Разрез газотурбинного двигателя (а), лопатки турбины (б)

Чем выше температура эксплуатации таких сплавов, тем в большей мере недостаточная жаростойкость ограничивает срок их службы.

Алюминидное покрытие, представляющее собой изначально систему с большим запасом алюминия и способное к формированию защитной пленки Al_2O_3 при эксплуатации, теряет защитные свойства по двум причинам (рис. 2):

- во-первых, алюминий постоянно расходуется на образование и скалывание оксидной пленки при окислении покрытия;
- во-вторых, при высоких температурах протекают интенсивные процессы между покрытием и сплавом, в результате которых в покрытие диффундирует никель, кобальт и другие элементы снижая жаростойкость покрытия.

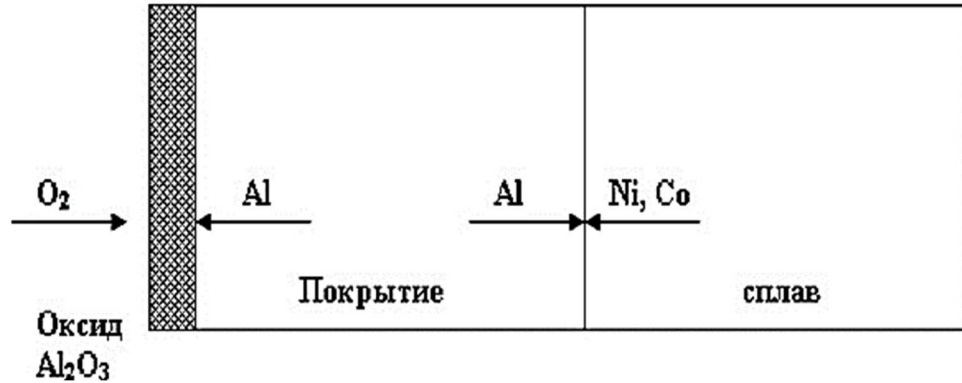


Рисунок 2 – Схема исчерпания защитных свойств покрытия

Для повышения жаростойкости покрытий лопаток турбин и снижения влияния первого фактора повышают запас алюминия в покрытиях, напыляют слои с высоким содержанием алюминия (ВСДП16), однослойную или многослойную керамику на основе $ZrO_2 - 8Y_2O_3$ с подпылением Al_2O_3 , Si, Al для снижения ее пористости, обусловленную столбчатым строением [3, 4, 5].

Вакуумный метод получения покрытий основан на способности металлов, при высокой температуре испаряться, испарившихся атомов металла перемещаться в вакууме на значительные расстояния от точки испарения и осаждаться на поверхности находящиеся, на их пути.

В замкнутой системе испарившиеся атомы металла образуют пар, который характеризуется определенным давлением. Равновесное давление насыщенного пара или упругость пара при данной температуре, определяется природой испаряющегося вещества [6, 7].

Для расчетов упругостей паров компонентов сплавов используется уравнение Гиббса-Дюгема, которое справедливо при постоянных давлении и температуре:

$$\sum N_i d\mu_i = 0, \quad (1)$$

где N_i – молярные доли i -того компонента в сплаве; μ_i – термодинамический потенциал данного компонента в сплаве.

Для двухкомпонентных сплавов:

$$N_1 d\mu_1 + N_2 d\mu_2 = 0. \quad (2)$$

Обычно уравнение Гиббса-Дюгема для двухкомпонентных систем записывается в форме:

$$N_1 d(\ln p_1) + N_2 d(\ln p_2) = 0. \quad (3)$$

на том основании, что изменение термодинамического потенциала можно выразить соотношением:

$$d\mu_i = -RT d(\ln p_i), \quad (4)$$

где p_i – упругость пара i -того компонента.

При испарении в вакууме атомы металла перемещаются прямолинейно до столкновения с молекулами остаточного газа. Согласно кинетической теории газов, длина свободного пробега λ испарившегося атома может быть определена формулой:

$$\lambda = 1 / \sqrt{2} \pi \sigma^2 n = m u^2 / 3 \sqrt{2} \pi \sigma^2 P, \quad (5)$$

где σ – сумма радиусов двух сталкивающихся частиц; n – число молекул в 1 см^3 газа при данном давлении и температуре; m – масса молекулы; u – средняя квадратичная скорость молекул; P – давление.

Из приведенной формулы следует, что чем ниже давление, тем больше длина свободного пробега атомов. Расчеты по формуле (5) показывают, что при давлении 1×10^{-4} мм рт. ст. длина свободного пробега атомов алюминия составляет около 50 см, а атомов хрома более 50 см. При давлении 1×10^{-2} мм рт. ст., длина свободного пробега атомов этих элементов составляет примерно 5 мм. Для оценки скорости осаждения металлов на подложку вакуумным методом необходимо знать скорость испарения металлов. Чтобы произошло испарение металла, к нему необходимо подвести определенное количество энергии ω – скрытую теплоту сублимации. Согласно уравнению Клайперона-Клаузиуса для идеального газа, между упругостью пара p и скрытой сублимации ω имеет место соотношение:

$$\frac{d}{dt}(\ln p) = -\frac{\omega}{RT}. \quad (6)$$

После интегрирования получаем:

$$(\ln p) = A - \frac{B}{T}, \quad (7)$$

где A – постоянная интегрирования; $B = \omega/4575$.

При учете зависимости теплоты сублимации от температуры соотношение (7) имеет вид:

$$(\ln p) = A - \frac{B}{T} + C \lg T + DT, \quad (8)$$

где C и D постоянные.

Для алюминия и хрома скорости испарения ω в зависимости от абсолютной температуры удовлетворяет следующим соотношениям:

$$\lg \omega = 8,27 - 0,5 \lg T - \frac{15940}{T}, \text{ г / (см}^2 \cdot \text{с)} \quad (9)$$

для хрома:

$$\lg \omega = 9,56 - 0,5 \lg T - \frac{20000}{T}, \text{ г / (см}^2 \cdot \text{с)}. \quad (10)$$

Для оценки парциальных упругостей пара над сплавами пользуются законом Рауля, согласно которому при данной температуре давление P насыщенного пара над сплавом пропорционально молярной доле компонента N в сплаве:

$$P = P^{\circ} N, \quad (11)$$

где P° – упругость пара над чистым металлом.

Для количественной характеристики упругости пара над сплавом обычно пользуются характеристикой, которую называют активностью. Активность a – представляет собой отношение упругости пара P данного компонента над сплавом к величине упругости пара P° над данным компонентом:

$$a = P / P^{\circ}. \quad (12)$$

для идеальных сплавов $a = N$. Для сплавов, которые не подчиняются закону Рауля, связь активности с концентрацией выражают в виде:

$$a = \gamma N, \quad (13)$$

где γ – коэффициент активности.

Используя характеристику активности, уравнение (3) можно переписать в виде:

$$N_1 d(\ln a_1) + N_2 d(\ln a_2) = 0. \quad (14)$$

Для получения покрытий хромоалитированием в вакууме используют хромоалюминиевые порошки, которые обычно содержат от 7 до 21 % алюминия, отнесенных к металлической составляющей смеси. Такие сплавы при высоких температурах представляют собой твердые растворы алюминия в хrome. Процесс осаждения хрома и алюминия в вакууме ведется в интервале температур 1000–1200 °С. Для этого интервала значения давления паров и скорости испарения над чистыми металлами, рассчитанные по формулам 8–11 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Давление паров и скорости испарения алюминия и хрома над чистыми металлами

Температура, °С	Давление пара, мм рт.ст.		Скорость испарения, г/(м ² · ч)	
	Cr	Al	Cr	Al
1000	$1,64 \times 10^{-6}$	$5,84 \times 10^{-4}$	0,718	57,06
1050	$6,56 \times 10^{-6}$	$1,83 \times 10^{-3}$	2,73	164,56
1100	$2,36 \times 10^{-5}$	$5,28 \times 10^{-3}$	9,47	442,8
1150	$7,75 \times 10^{-5}$	$14,16 \times 10^{-3}$	30,64	1112,4
1200	$2,36 \times 10^{-4}$	$35,47 \times 10^{-3}$	90,43	2668,7

Из приведенных данных следует, что с увеличением температуры давление паров хрома и скорость его испарения увеличивается быстрее, чем соответствующие характеристики алюминия. При температурах (900–1200) °С давление паров хрома и алюминия больше чем никеля (при 1150 °С давление паров никеля – 6.1×10^{-5}), поэтому они могут осаждаться в вакууме на никелевую подложку при одинаковой температуре подложки и испаряемого металла.

Давление насыщенного пара алюминия при хромоалитировании в вакууме зависит не только от температуры, но и состава смеси. Парциальное давление алюминия над порошковой смесью в интервале температур (1000–1673) °К при изменении алюминия в смеси от 3–6 % (по массе) и постоянном содержании хрома (35 %) приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Парциальное давление алюминия над смесью при хромоалитировании

Содержание алюминия в смеси		Давление алюминия (–lg PAI) при ТоК						
%, по массе	%, атомный	673	1000	1273	1373	1473	1573	1673
3	8	18,757	10,799	7,421	6,534	5,738	5,053	4,518
6	15	18,485	10,527	7,149	6,262	5,466	4,781	4,246

При столкновении с подложкой атомы осаждаемого металла адсорбируются на ее поверхности, образуются зародыши конденсированного металла, которые в результате роста преобразуются в тонкую пленку. Диффузионные процессы, происходящие при формировании покрытий, описываются первым и вторым законами Фика [8].

Согласно первому закону Фика, количество вещества J , продиффундировавшего через данное сечение в единицу времени при условии, что ось x параллельна градиенту концентрации, пропорционально градиенту концентрации, dc / dx и площади сечения S :

$$J = -DS \frac{dc}{dx}, \quad (15)$$

Для $S = 1$:

$$J = -D \frac{dc}{dx} \text{ – первый закон Фика,}$$

где D – коэффициент диффузии, $\text{см}^2/\text{с}$.

Для практических расчетов используют второй закон Фика, который описывает изменение концентрации диффундирующего вещества со временем.

$$\frac{dc}{dt} = D \frac{d^2c}{dx^2}, \quad (16)$$

Для определения коэффициента диффузии для двойных сплавов пользуются методом Матано, по которому коэффициент диффузии D вычисляется для любой концентрации $c = c_x$ по формуле:

$$D(c_x) = -\frac{1}{2t} \left(\frac{dx}{dc} \right)_{c_x} \int_0^{c_x} xdc, \quad (17)$$

Расстояние x отсчитывается от площади Матано, для которой:

$$\int_0^1 xdc = 0.$$

При рассмотрении концентрированных твердых растворов необходимо учитывать, что процесс выравнивания концентрации обуславливается перемещением не только растворенного вещества, но и растворителя. Общую диффузионную подвижность при выравнивании концентраций характеризуют коэффициентом диффузии D . Парциальные коэффициенты диффузии D_A и D_B , характеризующие подвижность атомов компонентов A и B в твердом растворе различны. Согласно Даркену, между коэффициентом взаимной диффузии D и парциальными коэффициентами диффузии D_A и D_B имеет место соотношение:

$$D = D_A N_B + D_B N_A, \quad (18)$$

где N_B, N_A – молярные доли компонентов.

Результаты расчетов коэффициентов диффузии Янсенем и Риком приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 3 – Коэффициенты диффузии в системе никель – алюминий

Температура, °С	Общий коэффициент диффузии D	$D, \text{см}^2/\text{с}$	
		по Вагнеру	по Больцману-Матано-Хойману
660	DNi_2Al_3	$6,5 \times 10^{-9}$	$7,1 \times 10^{-9}$
660	$DNiAl$	$2,5 \times 10^{-10}$	$3,6 \times 10^{-10}$
1100	DNi_3Al	$3,9 \times 10^{-12}$	$3,0 \times 10^{-12}$
1100	DNi	–	$8,5 \times 10^{-12}$

Таблица 4 – Величины энергии активации диффузии в фазах системы никель – алюминий

Фаза	Природа диффузионного процесса	$Q, \text{ккал/моль}$
Ni_2Al_3	Диффузия алюминия в Ni_2Al_3	47
$NiAl$	Диффузия никеля в $NiAl$	41
Ni_3Al	Диффузия никеля в Ni_3Al	12

Для описания процесса диффузии в трехкомпонентной системе с переменными концентрациями на поверхности необходимо получить решение системы дифференциальных уравнений с соответствующими начальными и граничными условиями.

$$\begin{aligned}\frac{\partial C_1}{\partial t} &= D_{11} \frac{\partial^2 C_1}{\partial x^2} + D_{12} \frac{\partial^2 C_2}{\partial x_2^2}, \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} &= D_{21} \frac{\partial^2 C_1}{\partial x^2} + D_{22} \frac{\partial^2 C_2}{\partial x_2^2}.\end{aligned}\quad (18)$$

В качестве граничных условий задач такого типа наиболее часто берут уравнение баланса массы на границе раздела активная атмосфера-образец (граничное условие третьего рода). Начальные и граничные условия запишутся тогда в следующем виде:

$$\begin{aligned}C_1(x, 0) &= C_1^0, \quad C_1(\infty, \tau) = C_1^0; \\ C_2(x, 0) &= C_2^0, \quad C_2(\infty, \tau) = C_2^0.\end{aligned}\quad (19)$$

$$\begin{aligned}D_{11} \frac{\partial C_1}{\partial x} \Big|_{x=0} + D_{12} \frac{\partial C_2}{\partial x} \Big|_{x=0} + k_1 [C_1^1 - C_1(0, t)] &= 0, \\ D_{22} \frac{\partial C_1}{\partial x} \Big|_{x=0} + D_{22} \frac{\partial C_2}{\partial x} \Big|_{x=0} + k_2 [C_2^1 - C_2(0, t)] &= 0.\end{aligned}\quad (20)$$

$$\begin{aligned}C_1(x, t) &= C_1^0 + \frac{1}{D(\alpha\delta - \gamma\beta)(g_1 - g_2)} \left\{ L_2 \left(\frac{g_1 - g_2}{g_2 g_1} \right) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\xi_2 t}} + \right. \\ &\left(L_1 - \frac{L_2}{g_2} \right) e^{g_2 \frac{x}{\sqrt{\xi_2}} + g_2^2 t} \operatorname{erfc} \left(g_2 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_2 t}} \right) - \left(L_1 - \frac{L_2}{g_2} \right) e^{g_1 \frac{x}{\sqrt{\xi_2}} + g_1^2 t} \\ &\operatorname{erfc} \left(g_1 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_2 t}} \right) - \left\{ L_4 \left(\frac{g_1 - g_2}{g_2 g_1} \right) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\xi_1 t}} - \left(L_3 - \frac{L_4}{g_2} \right) e^{g_2 \frac{x}{\sqrt{\xi_1}} + g_2^2 t} \right. \\ &\left. \operatorname{erfc} \left(g_2 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_1 t}} \right) + \left(L_3 - \frac{L_4}{g_1} \right) e^{g_1 \frac{x}{\sqrt{\xi_1}} + g_1^2 t} \operatorname{erfc} \left(g_1 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_1 t}} \right) \right\},\end{aligned}\quad (21)$$

$$\begin{aligned}C_2(x, t) &= C_2^0 + \frac{1}{D(\alpha\delta - \gamma\beta)(g_1 - g_2)} \left\{ M_2 \left(\frac{g_1 - g_2}{g_2 g_1} \right) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\xi_2 t}} + \right. \\ &\left(M_1 - \frac{M_2}{g_2} \right) e^{g_2 \frac{x}{\sqrt{\xi_2}} + g_2^2 t} \operatorname{erfc} \left(g_2 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_2 t}} \right) - \left(M_1 - \frac{M_2}{g_2} \right) e^{g_1 \frac{x}{\sqrt{\xi_2}} + g_1^2 t} \\ &\operatorname{erfc} \left(g_1 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_2 t}} \right) - \left\{ M_4 \left(\frac{g_1 - g_2}{g_2 g_1} \right) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\xi_1 t}} - \left(M_3 - \frac{M_4}{g_2} \right) e^{g_2 \frac{x}{\sqrt{\xi_1}} + g_2^2 t} \right. \\ &\left. \operatorname{erfc} \left(g_2 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_1 t}} \right) + \left(M_3 - \frac{M_4}{g_1} \right) e^{g_1 \frac{x}{\sqrt{\xi_1}} + g_1^2 t} \operatorname{erfc} \left(g_1 \sqrt{t} + \frac{x}{2\sqrt{\xi_1 t}} \right) \right\},\end{aligned}\quad (22)$$

где:

$$\begin{aligned}L_1 &= \nu [h_1 \delta (C_1^1 - C_1^0) - h_2 \beta (C_2^1 - C_2^0)] + D_{12} [h_2 \alpha (C_2^1 - C_2^0) - h_1 \gamma (C_1^1 - C_1^0)], \\ L_2 &= h_1 h_2 [\nu (C_1^1 - C_1^0) + D_{12} (C_2^1 - C_2^0)],\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_3 &= u[h_1\delta(C_1^1 - C_1^0) - h_2\beta(C_2^1 - C_2^0)] + D_{12}[h_2\alpha(C_2^1 - C_2^0) - h_1\gamma(C_1^1 - C_1^0)], \\
 L_4 &= h_1h_2[u(C_1^1 - C_1^0) + D_{12}(C_2^1 - C_2^0)], \\
 M_1 &= D_{21}[h_1\delta(C_1^1 - C_1^0) - h_2\beta(C_2^1 - C_2^0)] - u[h_2\alpha(C_2^1 - C_2^0) - h_1\gamma(C_1^1 - C_1^0)], \\
 M_2 &= h_1h_2[D_{21}(C_1^1 - C_1^0) - u(C_2^1 - C_2^0)], \\
 M_3 &= D_{21}[h_1\delta(C_1^1 - C_1^0) - h_2\beta(C_2^1 - C_2^0)] - v[h_2\alpha(C_2^1 - C_2^0) - h_1\gamma(C_1^1 - C_1^0)], \\
 M_4 &= h_1h_2[D_{21}(C_1^1 - C_1^0) - v(C_2^1 - C_2^0)], \\
 g_1 &= \frac{-(h_2\alpha + h_1\delta) + \sqrt{(h_2\alpha - h_1\delta)^2 + 4\gamma\beta h_1h_2}}{2(\alpha\beta - \gamma\beta)}, \\
 g_2 &= \frac{-(h_2\alpha + h_1\delta) - \sqrt{(h_2\alpha - h_1\delta)^2 + 4\gamma\beta h_1h_2}}{2(\alpha\beta - \gamma\beta)}, \\
 \alpha &= \frac{1}{\sqrt{\xi_2}} \left(\frac{v}{D} + \frac{D_{12}D_{21}}{D_{11}D} \right) - \frac{1}{\sqrt{\xi_1}} \left(\frac{u}{D} + \frac{D_{21}D_{12}}{DD_{11}} \right), \\
 \beta &= - \left[\frac{1}{\sqrt{\xi_1}} \left(\frac{D_{12}}{D} + \frac{D_{12}v}{D_{11}D} \right) + \frac{1}{\sqrt{\xi_2}} \left(\frac{D_{12}u}{D_{11}D} - \frac{D_{12}}{D} \right) \right], \\
 \delta &= \frac{1}{\sqrt{\xi_2}} \left(\frac{D_{21}D_{12}}{D} - \frac{u}{D} \right) + \frac{1}{\sqrt{\xi_1}} \left(\frac{v}{D} - \frac{D_{21}D_{12}}{D_{22}D} \right) \\
 \gamma &= \frac{1}{\sqrt{\xi_2}} \left(\frac{D_{21}v}{D_{22}D} + \frac{D_{21}}{D} \right) - \frac{1}{\sqrt{\xi_1}} \left(\frac{D_{21}u}{D_{22}D} + \frac{D_{21}}{D} \right) \\
 D &= \sqrt{(D_{11} - D_{22})^2 + 4D_{12}D_{21}}, \\
 u &= \frac{D_{11} - D_{22} - D}{2}, \quad v = \frac{D_{11} - D_{22} + D}{2}, \\
 \xi_1 &= \frac{2(D_{11}D_{22} - D_{12}D_{21})}{D_{11} + D_{22} + D}, \quad \xi_2 = \frac{2(D_{11}D_{22} - D_{12}D_{21})}{D_{11} + D_{22} - D}, \\
 h_1 &= \frac{k_1}{D_{11}}, \quad h_2 = \frac{k_2}{D_{22}},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_1(x, t) &= C_1^0 + \left[C_1^1 - C_1^0 - \frac{D_{12}(C_2^1 - C_2^0)}{D_{11} \left(\frac{\sqrt{D_{11}h_1}}{\sqrt{D_{22}h_2}} - 1 \right)} \right] \Psi_1(x, t) - \frac{D_{12}(C_2^1 - C_2^0)}{D_{11}} \Psi_2(x, t) + \\
 &+ \frac{D_{12}(C_2^1 - C_2^0)}{D_{11} \left(1 - \frac{\sqrt{D_{22}h_2}}{\sqrt{D_{11}h_1}} \right)} \Psi_3(x, t);
 \end{aligned}$$

$$C_2(x, t) = (C_2^1 - C_2^0)\Psi(x, t) + C_2^0,$$

где:

$$\Psi_1 = \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{D_{11}t}} - \exp(h_1x + D_{11}h_1^2t) \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{11}t}} + h_1\sqrt{D_{11}t} \right),$$

$$\Psi_2 = \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{D_{22}t}} - \exp(h_2x + D_{22}h_2^2t) \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{22}t}} + h_2\sqrt{D_{22}t} \right),$$

$$\Psi_3 = \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{D_{11}t}} - \exp \left(\sqrt{\frac{D_{12}}{D_{11}}} h_2x + D_{22}h_2^2t \right) \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_{11}t}} + h_2\sqrt{D_{22}t} \right).$$

$$Q_1 = \int_0^t I_1 |_{x=0} dt = 2\sqrt{\frac{D_{11}t}{\pi}} \left[C_1^1 - C_1^0 - \frac{D_{12}(C_2^1 - C_2^0)}{D_{11} \left(\frac{\sqrt{D_{11}h_1}}{\sqrt{D_{22}h_2}} - 1 \right)} \right] -$$

$$-\frac{1}{h_1} \left[C_1^1 - C_1^0 - \frac{D_{12}(C_2^1 - C_2^0)}{D_{11} \left(\frac{\sqrt{D_{11}h_1}}{\sqrt{D_{22}h_2}} - 1 \right)} \right] \left(1 - e^{D_{11}h_1^2t} \operatorname{erfch}_1 \sqrt{D_{11}t} \right) +$$

$$+ 2D_{12} \frac{(C_2^1 - C_2^0)}{\left(1 - \frac{\sqrt{D_{22}h_2}}{\sqrt{D_{11}h_1}} \right)} \sqrt{\frac{t}{D_{11}\pi}} - \frac{D_{12}(C_2^1 - C_2^0)}{\sqrt{D_{11}D_{22}} \left(1 - \frac{\sqrt{D_{22}h_2}}{\sqrt{D_{11}h_1}} \right)} \times \left(1 - e^{D_{22}h_2^2t} \operatorname{erfch}_2 \sqrt{D_{22}t} \right),$$

$$Q_2 = \int_0^t I_2 |_{x=0} dt = 2(C_2^1 - C_2^0) \sqrt{\frac{D_{22}t}{\pi}} - \frac{1}{h_2} (C_2^1 - C_2^0) \left(1 - e^{D_{22}h_2^2t} \operatorname{erfch}_2 \sqrt{D_{22}t} \right).$$

Величину вакуума выбирают такой, чтобы обеспечить как достаточную длину пробега осажденных атомов, так и необходимую чистоту покрытия. При проведении хромоалитирования процесс ведется при давлении $5 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-1}$ мм рт.ст. Температура хромоалитирования должна совпадать с температурой закалки сплава. Продолжительность выдержки при температуре выбирается такой, чтобы получить покрытие требуемой толщины. Обычно выдержка составляет 2–5 часов [8, 9, 10].

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. – 224 с.
2. Панков В.П. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.
3. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 2(146). – С. 92–96.
4. Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174–179.
5. Медведев В.И. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Техническое регулирование. История. Развитие. Закон : монография / В.И. Медведев, В.П. Панков, В.В. Терехов, Д.В. Панков. – Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 550.

6. Румянцев С.В. Исследование микроструктуры и свойств наплавленных износостойких материалов / С.В. Румянцев, В.П. Панков // Сборник науч. ст. и материалов XI Международной науч.-практ. конф. «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар, 2021. – С. 13–19.
7. Исследование режимов обработки вальцов мукомольных мельниц с нанесенным покрытием / В.П. Панков, А.И. Шаталов, В.А. Соловьев, Л.К. Григорьян, М.Н. Худолеев // НаукаПарк. – 2015. – № 2(32). – С. 58–62.
8. 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.
9. Панков В.П. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных методами хромоалитирования в вакууме / В.П. Панков, В.Д. Ковалев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 2(182). – С. 85–92.
10. Панков В.П. Износостойкие плазменные покрытия / В.П. Панков, А.В. Баженов, С.В. Румянцев, Д.В. Панков. – Краснодар, 2022.

УДК 623.746

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК СВЕРХЗВУКОВЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ
ПРИ БОКОВОМ ДВИЖЕНИИ**



**RESEARCH ON IMPROVING THE AERODYNAMIC CHARACTERISTICS
OF SUPERSONIC AIRCRAFT IN LATERAL MOTION**

Филин Д.В.

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

Проказин Е.С.

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

Ступина В.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье рассматривается задача определения оптимальной конфигурации, площади и месторасположения вертикального оперения и подфюзеляжного гребня, обеспечивающих путевую устойчивость самолёта на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях полёта.

Ключевые слова: воздушное судно, компоновка, киль, оперение, гребень, устойчивость самолета.

Filin D.V.

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

Prokazin E.S.

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

Stupina V.M.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article considers the problem of determining the optimal configuration, area and location of the vertical tail and ventral crest, which ensure the ground stability of the aircraft at subsonic and supersonic flight speeds.

Keywords: aircraft, layout, keel, tail, crest, stability of the aircraft.

Одной из характерных особенностей современных самолётов является возможность их пилотирования, с одной стороны, на больших углах атаки, с другой стороны, на больших числах M . В связи с этим, одной из важных задач при выборе аэродинамических характеристик летательного аппарата является обеспечение в особых случаях необходимой путевой устойчивости.

Для обеспечения требуемых характеристик устойчивости самолёта обычно требуется увеличить абсолютную величину производной m_y^β .

Величина производной m_y^β определяется в основном площадью и расположением вертикального оперения, а также формой и длиной фюзеляжа. Традиционными конструктивными мероприятиями, с помощью которых стремились улучшить путевую устойчивость, являлись: увеличение площади вертикального оперения, в том числе и за счёт подфюзеляжного гребня, либо увеличение расстояния от центра масс самолёта до вертикального оперения [1].

Смещение вертикального оперения назад ограничено безопасностью посадки самолёта, так как чем длиннее хвостовая часть самолёта, тем меньше посадочный угол атаки: увеличение высоты киля ведёт к увеличению коэффициента β , что нежелательно с точки зрения устойчивости по крену. Увеличение подфюзеляжного гребня увеличивает m_x^β , однако размеры и конфигурация подфюзеляжного гребня ограничивает взлётно-посадочные углы атаки.

Известно, что с увеличением сверхзвукового числа M полёта несущие свойства вертикального оперения уменьшаются и величина коэффициента m_y^β , с уменьшением числа M полёта – возрастает, соответственно возрастает и величина m_y^β . Поэтому в нашей статье рассматривается задача определения оптимальной конфигурации, пло-

щади и месторасположения вертикального оперения и подфюзеляжного гребня, обеспечивающих путевую устойчивость самолёта на до- и сверхзвуковых скоростях полёта.

Несмотря на довольно большую площадь вертикального оперения и подфюзеляжного гребня, становится статически неустойчивым в путевом отношении на больших углах атаки на дозвуковых скоростях и на больших числах M на сверхзвуковых скоростях. Поэтому весьма важным является вопрос о выборе расположения и формы вертикального оперения.

Численные исследования аэродинамической компоновки летательного аппарата выполнены методом возмущённых давлений [2–3].

Рассматривались следующие компоновки самолёта.

Вариант 1. (рис. 1а). Однокилевая компоновка самолёта, у которого вертикальное оперение без наплыва; площадь вертикального оперения равна площади исходного киля с наплывом, при этом исследование аэродинамических характеристик проводилось при размещении киля в положении 1 и 2.

Вариант 2. (рис. 1б). Двухкилевая схема. Вертикальное оперение расположено по бортам фюзеляжа. Площадь двух килей равна площади вертикального оперения исходного самолёта.

Цель такого исследования заключалась в том, чтобы, сохранить оптимальную для дозвуковых скоростей компоновку, не ухудшить путевую устойчивость этой компоновки при $M > 1$. На рисунке 1а производная c_z^β , полученная расчётным путём для компоновки с однокилевым вертикальным оперением, сравнивая с аэродинамической характеристикой для исходной компоновки. На рис. 1б производная c_z^β для двухкилевой компоновки сравнивается с исходной компоновкой.

Из графиков видно, что на сверхзвуковых скоростях несущие свойства вертикального оперения слабо зависят от вида вертикального оперения. Однако этого нельзя сказать о моментных характеристиках. На рисунке 1а показано равенство коэффициента m_y^β исследуемых однокилевых компоновок с исходной.

Из графиков видно, что смещение киля вперед к центру тяжести приводит к значительному уменьшению по абсолютной величине момента рысканья, особенно при $M < 1,5$. На рисунке 1б приведены сравнения коэффициента момента m_y^β исследуемых двухкилевых компоновок с исходной.

Анализ графиков показывает, что при $M < 1,5$ смещение кривой вперед приводит к уменьшению по абсолютной величине производной m_y^β , а при $M > 1,5$ это уменьшение не очень значительно. Применительно к двухкилевой компоновки снижает отрицательное значение смещения вертикального оперения вперед, особенно при $M > 1,5$.

Исходя на это, целесообразно применение компоновки с небольшим смещением килей вперед с целью достижения наибольшей эффективности вертикального оперения, как на дозвуковых, так и на сверхзвуковых скоростях полета.

С целью исследования возможностей выполнены расчеты исследования влияния положения и формы вертикального оперения и подфюзеляжного гребня на путевую статическую устойчивость самолета (рис. 2).

Исследовались следующие компоновки воздушного судна:

Вариант 1. Исходный. Вертикальное оперение и подфюзеляжный гребень.

Вариант 2. Подфюзеляжный гребень, как в варианте 1, вертикальное оперение сдвинуть по оси X в сторону центра тяжести на 5,6 %.

Вариант 3. Вертикальное оперение, как в варианте 1, площадь подфюзеляжного гребня увеличить в 1,83 раза по сравнению с вариантом 1.

Вариант 4. Вертикальное оперение, как в варианте 1, площадь подфюзеляжного гребня увеличить в 3 раза по сравнению с вариантом 1.

Выполненные исследования показали:

- по сравнению с компоновкой по варианту 1 смещение килей вперед к центру тяжести воздушного судна на 5,6 % уменьшает путевую устойчивость по сравнению с исходной компоновкой при $M = 1,2$ на 30 %, а при $M = 1,8$ самолет становится статически неустойчивым в путевом отношении;

- компоновка по 1 с различной площадью и конфигурацией подфюзеляжного гребня позволяет увеличить путевую устойчивость самолета для 3 и 4 вариантов на 5%

и 40 % соответственно при $M = 1,2$, а также значительно расширить диапазон путевой устойчивости по числу M при $M = 1,2 + 3$.

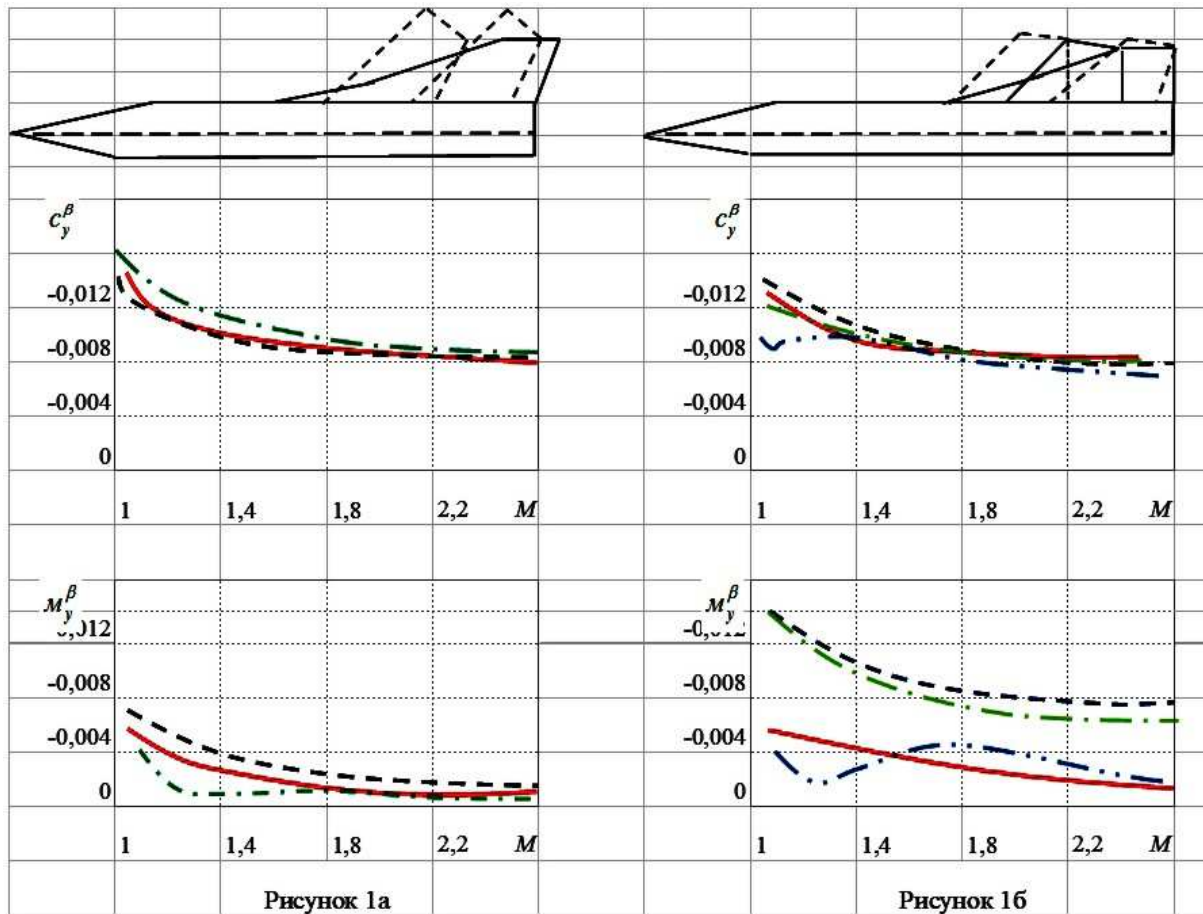


Рисунок 1 – Варианты компоновок летательного аппарата

Зависимость производимой m_y^β по числам M для различных компоновок самолета приведена на рисунке 2.

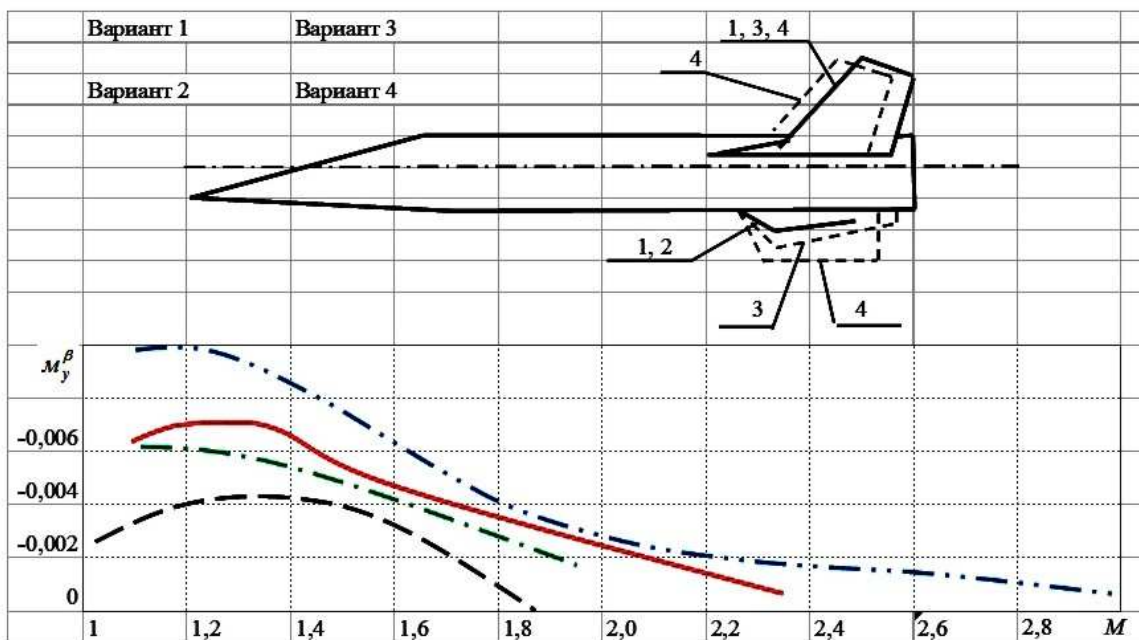


Рисунок 2 – Зависимость производимой m_y^β по числам M

Таким образом результаты расчетов показали, что наибольший диапазон путевой устойчивости по числу М обеспечивает компоновка варианта 4, вертикальное оперение исходное, площадь подфюзеляжного гребня увеличена в 3 раза по сравнению с исходным.

Список литературы:

1. Аэродинамика и динамика полёта : учеб. пособие / С.В. Бунчук, А.Е. Кругликов, И.Б. Михайлов, Н.И. Обидин, П.С. Полубояринов, М.И. Рябухин. – Краснодар, 2018. – 450 с.
2. Гусаковский А.М. К расчету аэродинамических характеристик летательного аппарата при боковом движении на сверхзвуковых скоростях «методом давления» / А.М. Гусаковский // Научно-методические материалы по аэродинамике и динамике боевого маневрирования летательного аппаратов. – М. : ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1978. – С. 117–126.
3. Попыталов С.А. Расчетная система определения аэродинамических характеристик летательного аппарата на сверхзвуковых скоростях полета / С.А. Попыталов // Труды 11 чтений, посвященных разработке научного наследия и развития идеи К.Э. Циолковского. – М., 1975. – С. 27–39.

УДК 621.45.053

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ КОМПОНОВОК
РЕАКТИВНЫХ СОПЕЛ ТРД ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
И ЗАРУБЕЖНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**



**COMPARATIVE ANALYSIS OF DESIGN LAYOUTS
OF TURBOJET NOZZLES OF DOMESTIC AND FOREIGN AIRCRAFT**

Самаркин В.Г.

кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
wisam62@mail.ru

Сень В.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу, конструктивным компоновкам выходных устройств газотурбинных двигателей. Проведена классификация реактивных сопел по основным конструктивным признакам. Показаны отличительные особенности разнообразных конструктивных схем реактивных сопел.

Ключевые слова: выходное устройство, реактивное сопло, выхлопной патрубок; регулируемое сопло, эжекторное сопло, сопло Лавалья, дозвуковые створки сопла, сверхзвуковые створки сопла.

Samarkin V.G.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
wisam62@mail.ru

Sen V.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article is devoted to the analysis, constructive layouts of the output devices of gas turbine engines. The classification of jet nozzles according to the main design features is carried out. The distinctive features of various design schemes of jet nozzles are shown.

Keywords: outlet device, jet nozzle, exhaust pipe; adjustable nozzle, ejector nozzle, laval nozzle, subsonic nozzle flaps, supersonic nozzle flaps.

Одним из важных элементов газотурбинного двигателя является выходное устройство. Его конструкция очень разнообразна. Это может быть струйное сопло, диффузор или газоотвод, устройство для изменения или отклонения вектора тяги, различные шумопоглощающие устройства или устройства для уменьшения инфракрасной видимости, смесительные камеры для турбореактивных двигателей.

Каждое из этих устройств имеет свою специфическую область применения. В принципе, все зависит от конкретного назначения самолета и, следовательно, двигателя. Современные выходные устройства часто сочетают в себе различные функции и поэтому могут иметь довольно сложную конструкцию. Несмотря на разнообразие, некоторые из этих функций являются вторичными (например, шумоподавление или снижение инфракрасной видимости). Одной из важнейших является функция формирования необходимых параметров потока газа, выходящего из двигателя.

Отдельно следует отметить, что важной функцией реактивного сопла является обеспечение стабильной совместной работы основных элементов газотурбинного двигателя. Диаметр проточной части реактивного сопла влияет на температуру в камере сгорания, следовательно, может являться фактором регулирования параметров двигателя. Особенно, когда сопло имеет возможность изменения площади проточной части.

В смысле формирования необходимых параметров потока газа выходные устройства можно разделить на две группы. Первая, образующая поток, делает импульс рабочего тела как можно большим и направляет его в нужном направлении. Вторая формирует импульс рабочего тела, то есть обеспечивает простой «выхлоп».

Первая группа – это реактивные сопла, вторая – диффузоры и различные типы выхлопных труб. Если в названии двигателя присутствует слово «реактивный», то сопло является обязательным элементом выходного устройства. Реактивные двигатели в этом случае делятся на разные типы. Конечно, сопло в каждом из них имеет свой специфический вид и конструкцию.

К примеру, газотурбинный двигатель вертолета (турбовальный) обычно имеет выхлопную трубу диффузора в качестве выходного устройства (рис. 1). Поток газа, выходящий из турбины такого двигателя, уже потратил значительную часть своей потенциальной энергии на вращение ротора газогенератора и трансмиссии.

По такому аналогичному принципу работает двигатель турбовинтовой, у которого движителем является воздушный винт. Потенциальная энергия за турбиной такого двигателя мала, на создание тяги она практически не оказывает никакого влияния.

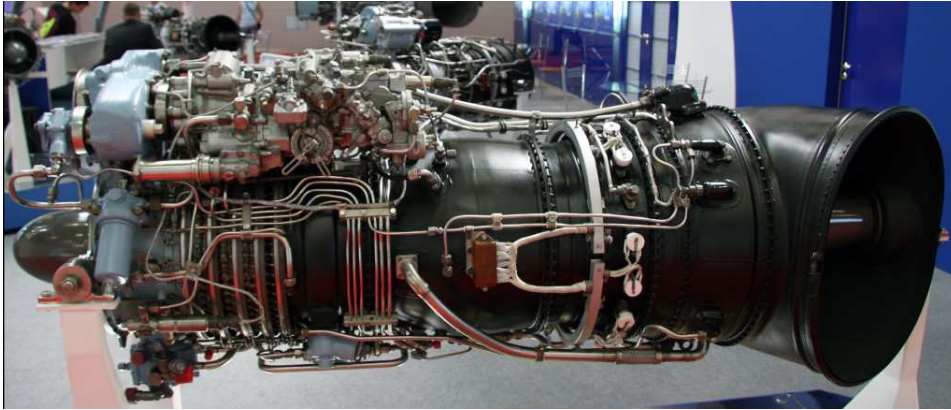


Рисунок 1 – Турбовальный двигатель ТВ3-117ВМА. Вместо сопла имеется насадок для диффузора

В дальнейшем в статье внимание будет сосредоточено на двигателях турбореактивных.

В них часть доступной энергии газового потока используется для получения реактивной тяги. Для этого свободная энергия, которая является потенциальной, преобразуется в кинетическую энергию с помощью специального устройства – реактивного сопла.

Это означает, что поток в сопле ускоряется по мере того, как его давление и температура падают, а удельный объем увеличивается. Получается высокоскоростная газовая струя. Реакция этой струи – реактивная тяга двигателя.

Но в то же время типовая схема, параметры и конструкция таких устройств могут отличаться. Многое зависит от задач, которые они выполняют на силовых установках различных самолетов.

Эффективность работы такого выходного устройства определяется степенью понижения давления газа π_c :

$$\pi_c = \frac{P_T^*}{P_C}, \quad (1)$$

где P_T^* – полное давление газа перед соплом; P_C – полное давление газа на срезе сопла.

Важнейшим показателем, влияющим на выбор типа сопла, является располагаемая степень понижения давления газа $\pi_{ср}$. Она равна отношению полного давления газа перед соплом P_T^* к статическому давлению P_H атмосферного воздуха:

$$\pi_{ср} = \frac{P_T^*}{P_H}, \quad (2)$$

Значение $\pi_{ср}$ зависит от скорости и высоты полета, расчетных параметров двигателя, режима его работы. В диапазоне дозвуковых скоростей полета $\pi_{ср}$ изменяется от 2 до 8, при больших сверхзвуковых скоростях полета величина $\pi_{ср}$ может достигать значения 20.

Уравнение неразрывности можно применить к потоку газа в выходном канале:

$$\rho v S = \text{const}, \quad (3)$$

где ρ – плотность газа, v – скорость потока, S – площадь участка потока.

Для увеличения скорости прохождения газа через канал необходимо уменьшать проходное сечение этого канала в целях сохранения массового расхода.

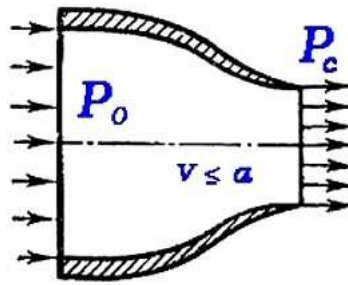


Рисунок 2 – Дозвуковое коническое сужающееся сопло

Если сопло дозвуковое и нерегулируемое, то чаще всего оно выполняется в виде сужения по определенному закону в задней части двигателя или в виде удлинительной трубы. Простые дозвуковые конические реактивные сопла используются на дозвуковых самолетах. Конструктивно такие форсунки могут иметь форму конуса с углом наклона боковой поверхности не более $10\text{--}12^\circ$ или представлять собой определенный тип профилированного канала. Примером может служить двигатель ВК-1 для самолета МиГ-15, двигатель Р-95Ш для самолета Су-25, двигатели Д-30КП, ПС-90А для самолета Ил-76.



Рисунок 3 – Двигатель ВК-1 (самолет МиГ-15). Хорошо видно коническое сопло в конце удлинительной трубы

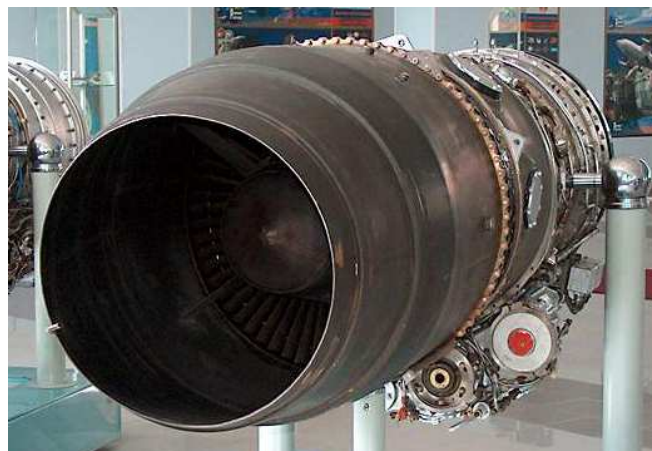


Рисунок 4 – Двигатель Р-95Ш (самолет Су-25). Видно сужающееся сопло

В работе сопла в зависимости от соотношения статических давлений P_c и P_n можно выделить три характерных режима:

- 1) режим полного расширения (расчетный режим), когда $P_C = P_H$;
- 2) режим перерасширения, когда $P_C < P_H$;
- 3) режим недорасширения, когда $P_C > P_H$.

Характерен третий режим – недорасширения, в этом случае окончательное расширение газа от давления P_C до давления P_H будет происходить за пределами сопла, и происходящее при этом приращение кинетической энергии не будет участвовать в создании силы тяги. Применение сужающегося сопла в этих условиях приводит к существенному недополучению тяги двигателем и снижению его экономичности.

Кроме этого в сужающемся сопле может наступить так называемый кризис струйного потока. Максимальная возможная скорость потока в сопле, равная локальной скорости звука, называется критической. Падение давления в сопле, при котором достигается эта скорость, также называется критическим. Таким образом, очевидно, что если поток с высокой энергией приходит на вход в сужающееся сопло, вся доступная потенциальная энергия не может быть использована для ускорения.

Современные сверхзвуковые самолеты используются в достаточно широком диапазоне чисел M и высот полета, что вызывает множество изменений π_{CP} .

В целях наибольшей оптимальности работы двигателя на всех режимах (максимальное приближение к расчетному режиму), то есть обеспечения высокой тяги при минимальных потерях, сверхзвуковые сопла сделаны регулируемы, с возможностью изменения площади критического сечения и выходного сечения. Это становится актуальным уже тогда, когда π_{CP} составляет более 2,5.

На режиме недорасширения для того, чтобы обеспечить полное расширение газа в пределах сопла, необходимо увеличить F_C .

Для устранения режима перерасширения необходимо уменьшить F_C .

В управлении сопел очень широкое распространение получили управляемые конические сопла с подвижными створками. Они способствовали появлению мощного контура дожигания топлива, что повысило важность регулировки критического сечения сопла. Сопло этого типа получило название «форсажное сопло».

Такие двигатели позволили не только значительно повысить эффективность тяги. Использование сечений сопла в качестве параметра настройки также позволило расширить диапазон стабильной и безопасной работы турбокомпрессора, облегчить запуск и повысить КПД двигателя в режиме дросселирования.

Вся система однорядных створок управляется силовым кольцом со специальными креплениями и роликами, которое окружает сопло снаружи и перемещается в осевом направлении. Ролики одновременно воздействуют на профили створок, изменяя их положение и, следовательно, диаметр сопла.

Кольцо приводится в действие силовыми гидравлическими цилиндрами по сигналу от автоматического управления. Корпус цилиндра закреплен в корпусе форсажной камеры, конец штока находится на силовом кольце. Рабочим телом в гидроцилиндрах управления является керосин (как и в самом гидромеханическом управлении двигателем).

Аналогичная система использовалась в конических управляемых соплах. Так управляются сопла двигателей АЛ-7Ф, Р-11, Р-13. Конечно, их управляющие программы проще, количество створок и цилиндров разное, но смысл один и тот же.



Рисунок 5 – Сопла авиационных двигателей Xi WS9 Qinling самолета Сиань JH-7



Рисунок 6 – Сопла авиационных двигателей TurboUnion RB199 самолета PanaviaTornado



Рисунок 7 – Сопла авиационных двигателей P-13-Ф300 самолета МиГ-21, Су-15

Двигатели с высоким $\pi_{\text{ср}}$, оснащенные, как уже упоминалось, дозвуковыми сужающимися соплами, не подходят для высокоскоростных самолетов. Невозможно реализовать всю доступную потенциальную энергию двигателя и преобразовать ее в тягу до конца. Часть энергии теряется в атмосфере. Это особенно заметно на повышенных режимах работы, а также на высокой скорости и высоте.

В этом случае используются струйные сопла другой схемы. Это сверхзвуковые конусно сужающиеся-расширяющиеся сопла или сопла Лавалья, названные в честь их изобретателя и разработчика Густава де Лавалья.

В этих соплах газ не испытывает кризиса потока (как в сужающихся соплах) и разгоняется до сверхзвуковой скорости, расширяется и позволяет максимально использовать свою внутреннюю энергию.

Схематично такое сопло состоит из двух частей. Первая – сужение. Она в основном работает как традиционное коническое сопло при критических и сверхкритических перепадах давления. На выходе из этой части, которая представляет собой минимальное сечение для сужающегося сопла и называется критическим сечением для сопла Лавалья, поток газа достигает скорости звука. Далее следует вторая часть – расширение. В этой части газ продолжает контролируемо расширяться увеличивая свою скорость сверх скорости звука. Расширение газа будет происходить в этом случае в пределах сопла, и происходящее при этом приращение кинетической энергии будет участвовать в создании силы тяги.

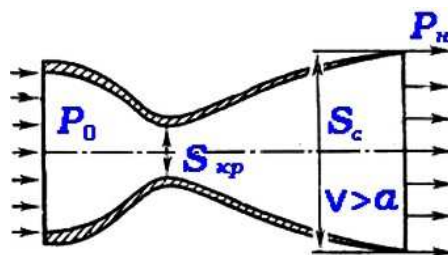


Рисунок 8 – Сверхзвуковое сужающееся-расширяющееся сопло Лавалья

Такой вид профиля может быть определен тем фактом, что плотность газа в потоке, на более высоких скоростях, уменьшается быстрее, чем эта скорость увеличивается. Следовательно, для поддержания равенства $\rho v S = \text{const}$ площадь поперечного сечения должна быть увеличена.

Современные, недавно созданные двигатели высокоскоростных самолетов в основном используют регулируемые сопла Лавалья, несмотря на сложность их конструкции. Но есть и другой тип сопла для многомодовых авиационных двигателей. В некотором смысле их можно назвать разновидностью насадок Лавалья, и многие из них до сих пор успешно используются.

Регулирование критической площади поперечного сечения влияет на работу элементов газотурбинного двигателя (стабильность, температура и т.д.), а регулирование площади выходного сечения обеспечивает высокую эффективность тяги.

Однако, как уже говорилось, такая система управления имеет повышенную сложность и зачастую обладает достаточно большой массой, поэтому в двигателестроение она была введена сравнительно недавно.



Рисунок 9 – Сопла авиационных двигателей самолета F-15. Левое находится в положении «форсаж», правое – на максимале



Рисунок 10 – Сопло Лавалья, регулируемое по оси, двигателя АЛ-21ф-3 самолета Су-24М

Управляемые сопла Лавалья имеют довольно сложную конструкцию. Конические сужающаяся и расширяющаяся части состоят из специальных створок, закрепленных на корпусе двигателя поворотной, соединенных друг с другом с помощью штифтов и регулируемых системой гидро-кинематического управления.

Если сопло по своим продольным размерам больше размера гондолы двигателя (МиГ-29, Су-27, F-16, F-15, F-18 и т.д.), то обычно имеется третий ряд створок (регулируемый снаружи), один конец которого находится в гондole двигателя, второй шарнирно соединен с выпускными створками. Когда сопло закрыто, внешние створки образуют защитный контур, снижающий внешнее сопротивление выходного устройства.

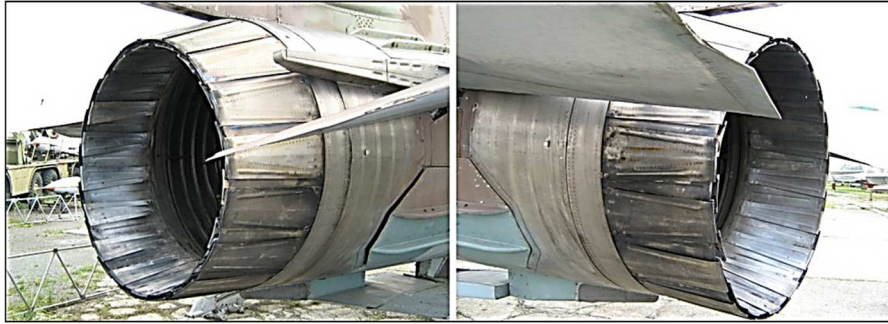


Рисунок 11 – Внешние «флюгерные» створки двигателя P-29-300 самолета МиГ-23

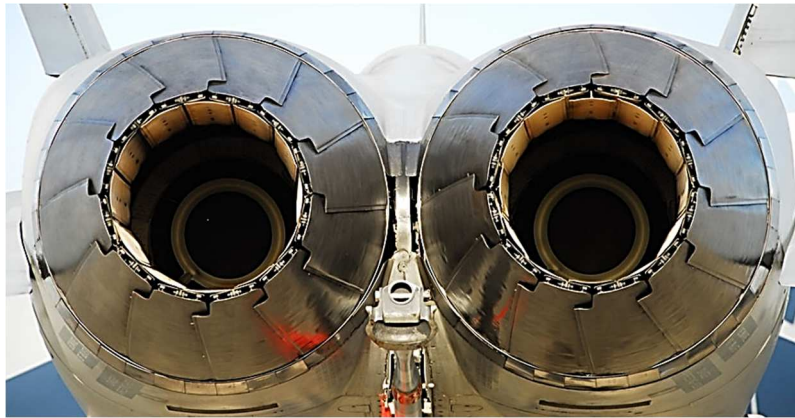


Рисунок 12 – Внешние защитные створки двигателя F404-GE-402 самолета F-18

Недостатки реактивного сопла Лавалья – сложность конструкции управления, потери энергии при сверхкритическом перепаде давления, то есть увеличить тягу без существенного усложнения конструкции невозможно. В 1887 году русский инженер Ф.Р. Швенд усовершенствовал обычное дозвуковое коническое сопло. Это усовершенствование было реализовано в эжекторном сопле.

Такое сопло отличается от сопла Лавалья тем, что его расширяющаяся часть (сверхзвуковой контур) полностью или частично формируется ограничением свободной газовой струи, выходящей из сужающегося сопла.

Основа эжекторного сопла заключается в следующем. Внутри кольцевой оболочки расположено обычное коническое сужающееся сопло, из которого выходит поток газа. Образуется своего рода эжектор. Подсасываемый воздух подается в кольцевой канал между коническим соплом и корпусом для формирования сверхзвуковой струи, регулировки и улучшения ее свойств, а также для охлаждения элементов конструкции сопла.

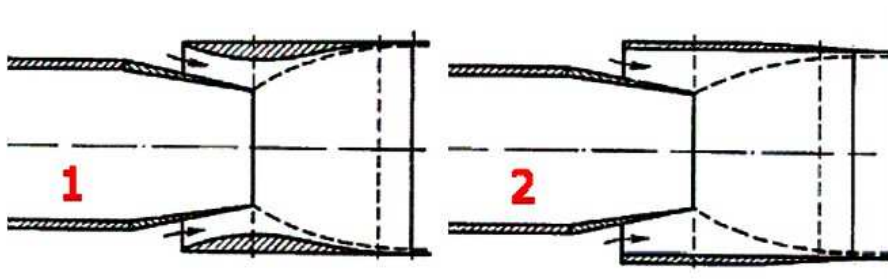


Рисунок 13 – Схема эжекторных сопел:
1 – оболочка профилированная, 2 – оболочка цилиндрическая

На срезе конического сужающегося сопла достигается критическая скорость потока. Далее поток расширяется при сверхкритическом перепаде давления, взаимодей-

ствую с эжекционным потоком воздуха, образуя тем самым расширяющийся контур, и разгоняется в нем до сверхзвуковой скорости. Это означает, что в какой-то момент в сверхзвуковом контуре больше не будет стенок. Отсюда происходит и другое название эжекторного сопла – сопло с разрывом сверхзвукового контура.

Такие струйные сопла, приближающиеся по конечному действию к соплам Лавалю, конструкция и управление которыми характеризуются повышенной сложностью, проще и легче последних. Но в качестве недостатка можно отметить следующее: вследствие разрыва сверхзвукового контура в области между границей сверхзвуковой струи и стенкой эжекционным потоком воздуха на выходе из конической части могут возникать циркуляционные вихревые зоны, а также скачки уплотнения в месте соприкосновения потока со стенкой оболочки.



Рисунок 14 – Схема эжекторного сопла с прорезями двигателя TF-30-P самолета F-111

Дальнейшее усовершенствование (и в некотором смысле усложнение) сопла заключается в появлении дополнительных элементов, которые при определенных условиях уменьшают разрыв сверхзвукового контура и приближают эжекторное сопло все ближе и ближе к идеально управляемому соплу Лавалю. Кроме этого, чтобы преодолеть порог скорости 2,5–3,5 М и летать быстрее с относительно небольшими потерями тяги, используется «сложное» эжекторное сопло. Его также называют соплом Лавалю с эжектором. Оно обладает необходимой универсальностью, обеспечивает необходимую скорость, надежность, легкий вес и простоту конструкции.

Таковыми «сложными» эжекторными соплами оснащены отечественные двигатели Р-15 БД-300 самолета МиГ-25 и Д-30 Ф-6 самолета МиГ-31.



Рисунок 15 – Схема эжекторного сопла двигателя Р-15 БД-300 самолета МиГ-25

Такое сопло работает как эжектор при относительно низких скоростях потока без форсажа, то есть при разрыве сверхзвукового контура, а при высоких скоростях (работающая форсажная камера) его проточная часть за счет дополнительных створок и (или) кинематики перестраивается в сопло Лавалю с открытой выходной частью, и кон-

турный зазор исчезает. Сопло находится в открытом положении во время запуска, чтобы облегчить этот процесс.



Рисунок 16 – Схема «сложного» эжекторного сопла двигателя Д30Ф-6 самолета МиГ-31

В общем, работа системы управления соплом (как и всей системы управления двигателем) автоматизирована. Автоматика формирует управляющий сигнал на основе рабочих параметров двигателя (скорости, температуры, частоты вращения ротора, положения сопла), параметров полета и положения руд, а также специально разработанной программы управления и выдает его на исполнительный механизм, который воздействует на геометрию сопла.

Все описанные выше струйные сопла относятся к одному и тому же типу компоновки, который определяется формой поперечного сечения. Они имеют осесимметричную форму или просто круглые. Но наряду с этим существуют еще два типа сопел: прямоугольные (плоские) и так называемые пространственные, то есть имеющие поперечное сечение любой формы (например, овал или многоугольник).

Список литературы:

1. Богдашкин Н.Н. Конструкция и летная эксплуатация силовых установок : учеб. пособие / Н.Н. Богдашкин, С.В. Божко, В.В. Ордин. – Краснодар : КВВАУЛ, 2023. – Р. 1. – 218 с.
2. Klaus Hunecke. Jet Engines. Fundamentals of theory, desing and operation. – Great Britain. Biddles Ltd, Kings Lynn, Norfolk, 2015. – 204 с.
3. URL : https://www.putin-today.ru/wp-content/uploads/2023/06/изображение_2023-06-16_103357893.png
4. URL : <https://i2.wp.com/avia-simply.ru/wp-content/uploads/2014/11/d30f6111.jpg>
5. URL : http://top.scalemodels.ru/images/2013/05/1370021271_dsc7579.jpg
6. URL : <https://i2.wp.com/avia-simply.ru/wp-content/uploads/2014/11/f18.jpg>

УДК 621.371

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ
РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ ПЕЛЕНГАТОРОМ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ
РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРИЕМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**



**DETERMINATION OF THE COORDINATES OF RADIO-FREQUENCY
RADIATION SOURCES BY A DIRECTION FINDER WITH
THE SPATIAL LOCATION OF THE RECEIVING ELEMENTS**

Самарский Н.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Букаткин Р.Н.

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

Бугреев С.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Статкевич А.Н.

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

Аннотация. Рассмотрены особенности определения координат ИРИ пеленгатором с пространственным расположением приемных элементов. Предложена процедура оценки погрешностей измерения при многократной пеленгации.

Ключевые слова: пространственное расположение приемных элементов пеленгатора, источник радиоизлучения, оценка погрешности.

Samarskyi N.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Bukatkin R.N.

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

Bugreev S.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Statkevich A.N.

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

Abstract. The features of determining the coordinates of the radio-frequency radiation sources by a direction finder with the spatial location of the receiving elements are considered. A procedure for estimating measurement errors with multiple direction finding is proposed.

Keywords: determination coordinates radio source, estimation of measurement error.

Боевые действия в современных условиях предполагают активное использование авиации, способной поражать большинство целей как на линии фронта, так и во вражеском тылу. Еще во вторую мировую войну родилась концепция изоляции поля боя с целью уничтожения военно-промышленного комплекса противника, нарушения логистики снабжения войск материальными и боевыми припасами.

Однако с появлением и насыщением войск средствами обнаружения и эффективного поражения воздушных целей насущной стала задача подавления противовоздушной обороны противника. Первой страной, которой пришлось систематически бороться с ЗРК противника, были США. Летом 1965 года первый американский «Фантом» был сбит ракетой ЗРК С-75. Появление советских ЗРК сильно изменило войну в воздухе Вьетнама. Они не наносили тяжелых потерь, но влияли на эффективность применения авиации американцами. Похожую ситуацию мы видим и сейчас. Большие ЗРК не столько наносят урон авиации, сколько сковывают ее действия.

Показательна эволюция действия авиации на примере арабо-израильского противостояния. Во время шести дневной войны 1967 года ВВС Израиля обеспечили победу над оставшимися без воздушной поддержки арабскими армиями. Следующая

арабо-израильская война 1973 года отличалась активным применением обеими сторонами различных видов современной военной техники. В результате войны, израильтяне потеряли порядка трети наличного состава авиации (109 из приблизительно 350 бортов). Сделанные в результате той войны выводы стали фундаментом для трансформации израильских, а в дальнейшем – и американских ВВС. Показательны действия ВВС Израиля при подавлении ПВО Сирии в ходе первой ливанской войны 1982 года [1]. Сначала были поражены обзорные РЛС, затем на разведанные позиции ЗРК были выпущены ложные цели, средствами радиоразведки было определено расположение станций разведки ЗРК, средствами радиоэлектронной борьбы поставлены мощные помехи. Затем был нанесен массированный удар артиллерией, управляемыми и самонаводящимися противорадиолокационными ракетами, запускаемыми как с земли так и с воздуха. В результате группировка ПВО из более 19 дивизионов ЗРК была подавлена.

Для решения задачи подавления ПВО необходимо решить несколько ключевых проблем как технического, так и организационного характера. Технические проблемы вызваны:

- низкой эффективностью противолокационных ракет, не позволяющих продуктивно уничтожать ЗРК;
- недостаточная эффективность разведывательного контура, не позволяющего получать достоверную информацию о местоположении ЗРК, получаемые данные устаревали быстрее, чем могли быть использованы;
- ограниченность средств поражения авиацией ЗРК без вхождения в зону их применения.

Организационные проблемы вызваны:

- невозможностью управления боевыми действиями в реальном времени и использовать все существующие средства борьбы с ПВО одновременно с глубокой интеграцией всех родов войск и видов вооружений, от наземных (артиллерия, ракетные войска, наземные станции РЭБ) до воздушных (различных типов, мишеней, ударных, разведывательных, пилотируемых и беспилотных, самолетов ДРЛО и управления).

Эти проблемы актуальны и при выполнении специальной военной операции. Есть и новые факторы, такие как высокая насыщенность противоборствующих сил средствами поражения воздушных целей в боевых порядках, прифронтовой зоне и в глубине территории. ЗРК средней и большой дальности хотя и располагаются за пределами зоны поражения наземными средствами (ствольной и реактивной артиллерии), но могут применять вооружения для поражения целей на средних и больших высотах над линией фронта, при этом фронтовые подразделения активно используют переносные ЗРК. Это приводит к необходимости использования авиации на малых высотах с минимально возможным временем нахождения в зоне поражения средствами ПВО. Расположение элементов ПВО в населенных пунктах не позволяет использовать для их поражения эффективные средства, требует надежного определения их координат и применения высокоточных боеприпасов.

Таким образом для подавления ПВО противника важной задачей является разведка расположения, состава и характеристик элементов системы ПВО. Определение координат и типа источников радиоизлучения (ИРИ) производится станциями разведки и пеленгации, размещенных на наземных либо воздушных носителях. Использование приемников комплексов разведки на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) позволяет реализовать ряд свойств, которые делают их применение более выгодным по сравнению с пилотируемыми аппаратами. Исключается риск для жизни летчика, их использование обходится дешевле, отражающая поверхность существенно меньше чем у самолетов.

Приемные элементы пеленгатора размещены на рою БПЛА с последующей цифровой обработкой информации в наземной части [2]. Изменяя конфигурацию роя можно обеспечивать требуемую диаграмму направленности пеленгатора в заданном направлении, в зависимости от решаемых задач и конфигурации роя можно использовать различные способы определения координат ИРИ. Расположение элементов роя в узлах регулярной пространственной решетки размерами $\{L_1, L_2, L_3\}$ с шагом d (рис. 1) позволяет производить пеленгацию ИРИ практически с любого направления.

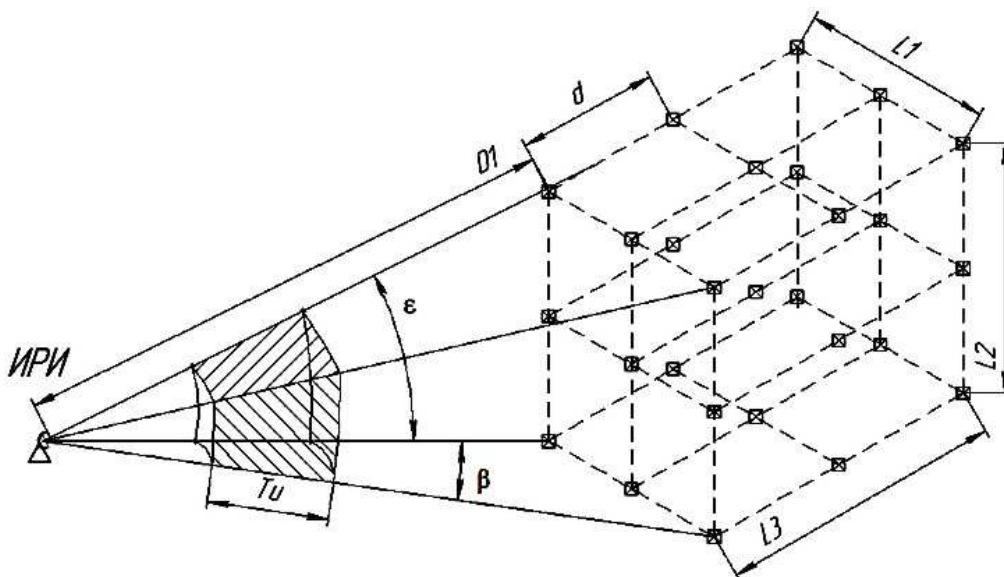


Рисунок 1 – Приемные элементы пеленгаторы в узлах пространственной решетки

При попадании структуры пространственной решетки приемников в импульсный объем излучения РЛС $V(\theta_н, \beta_r, \epsilon_r)$, где T_u – длительность импульса РЛС, β_r и ϵ_r – ширина главного лепестка излучения РЛС, на выходе вычислителя пеленгатора можно сразу получить пеленг и дальность до ИРИ. Так как размеры антенны пеленгатора расположенного на рое БПЛА намного больше размеров антенны ИРИ то и угловое разрешение величины пеленгатора существенно выше чем у ИРИ. Диаграмма направленности пеленгатора (ДН) будет определяться как [3]:

$$f(\theta) = f_n(\theta) \sin\left(\frac{n\pi d}{2\lambda}(\cos\theta - \cos\theta_n)\right) / \left[n \sin\frac{\pi d}{2\lambda}(\cos\theta - \cos\theta_n)\right]. \quad (1)$$

где θ – угол от нормали к образующей плоскости роя БПЛА, f_n – диаграмма направленности антенны приемника, θ_n – угол нормали антенны приемник относительно угла θ , λ длина волны ИРИ. Для эквидистантного расположения приемников и круговой ДН приемников, ширина главного луча на уровне 0,5 от её максимального значения по мощности будет равна [5]:

$$\theta_0 \approx 0.886\lambda / nd \cdot \cos\theta. \quad (2)$$

Так как размер $L = nd$ пеленгатора намного больше длины волны ИРИ, угловая разрешающая способность может достигать доли градуса. Погрешность определения дальности в соответствии с [4] определяется по формуле:

$$\sigma_D = \sqrt{(D_1^2 \sigma_1^2 + D_2^2 \sigma_2^2)} / \sin\gamma, \quad (3)$$

где D_1 и D_2 расстояния от наиболее удаленных по фронту приемников до ИРИ, σ_1 и σ_2 среднеквадратические угловые ошибки пеленгации, γ – угол между пеленгами D_1 и D_2 . Полагая $\sigma_1 = \sigma_2 \ll 1$, $D_1 = D_2$ можно записать выражение:

$$\sigma_D = \sigma_1 D a \sqrt{2} \left(1 + \frac{1}{4a^2}\right), \quad (4)$$

где $a = D / L$. Минимум функционала $\sigma(a)$ достигается при $a = 0.707$.

Для дальности до ИРИ 10 км база роя должна быть более 7 км, а для дальности 100 км уже более 70. В этом случае возрастут ошибки при передаче и обработке информации и повысятся технические требования к аппаратуре передачи и обработки данных. При малой базе роя, как следует из (4) ошибка σ соизмерима с величиной дальности до ИРИ. Кроме того при большой базе и ограниченном количестве элемен-

тов роя растет количество боковых лепестков диаграммы направленности пеленгатора соизмеримых с главным лепестком, встает проблема ложных пеленгов.

Повысить точность определения местоположения ИРИ можно при многократных измерениях угловых пеленгов с малой погрешностью при движении роя по заданной траектории. В этом случае встает вопрос оценки погрешности определения координат ИРИ. Координаты m точек полета роя БПЛА, в которых измеряются пеленги, предполагаются известными точно. На первом этапе по результатам двух измерений $\{x_1, y_1, z_1, \beta_1, \varepsilon_1\}$ и $\{x_2, y_2, z_2, \beta_2, \varepsilon_2\}$ положения роя ЛА в точках 1 и 2 определяется дальность до ИРИ [2]:

$$D_1 = \frac{tg \varepsilon_2 \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}}{\sin \varepsilon_1 \cos \beta_2 - \frac{\sin \varepsilon_1 \sin \beta_2}{tg \beta_1}}, \quad (5)$$

где x, y, z координаты роя, β, ε – угловые пеленги. Затем определяются координаты опорной точки ИРИ:

$$x = D_1 \sin \beta_1, \quad y_0 = D_1 \cos \beta_1, \quad z_0 = D_1 \cos \varepsilon_1. \quad (6)$$

При поступлении следующего пеленга координаты ИРИ уточняются:

$$x = x_0 + \Delta x, \quad y = y_0 + \Delta y, \quad z = z_0 + \Delta z, \quad (7)$$

Прямая от базы пеленгатора к опорной точке ИРИ может быть описана как пересечение двух плоскостей:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x - x_0}{l} = \frac{y - y_0}{m}, \quad \frac{y - y_0}{m} = \frac{z - z_0}{n} \end{array} \right\}. \quad (8)$$

Полагая $l = \cos \alpha$; $m = \sin \alpha$; $b = x_0 \operatorname{tg} \alpha - y_0$ получим следующий функционал [6]:

$$F = 1/2 (b_i - \operatorname{tg} \alpha + y)^2 / [D(b_i) + x^2 D(\operatorname{tg} \alpha)], \quad (9)$$

точка минимума которого определяет точечные оценки координат ИРИ.

Для двух плоскостей XY и YZ функционал (9) будет содержать случайные величины:

$$\sigma^2(b_{1j}), \quad \sigma^2(b_{2i}), \quad m_i / l_i, \quad n_i / m_i,$$

где:

$$b_{1j} = (m_i / l_i) x_0 - y_0, \quad b_{2i} = (n_i / m_i) y_{0i} - z_{0i}.$$

Функционал (9) в этом случае будет иметь следующий вид [6]:

$$F = \sum_{i=1}^N \left[\frac{(b_i - (m_i / l_i) x + y)^2}{\sigma^2(b_{1j}) + x^2 \sigma^2(b_i / l_i)} + \frac{(b_{2i} - ((n_i / m_i) y - z)^2)}{\sigma^2(b_{2i}) + y^2 \sigma^2(n_i / m_i)} \right]. \quad (10)$$

Ковариационная матрица M точечных оценок x, y, z :

$$M = \begin{pmatrix} -\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} & -\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} & -\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial z} \\ -\frac{\partial^2 F}{\partial y \partial x} & -\frac{\partial^2 F}{\partial y^2} & -\frac{\partial^2 F}{\partial y \partial z} \\ -\frac{\partial^2 F}{\partial z \partial x} & -\frac{\partial^2 F}{\partial z \partial y} & -\frac{\partial^2 F}{\partial z^2} \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Координаты ИРИ и их погрешности рассчитываются по явным формулам, и не требуют высокой производительности вычислителя. В конечном итоге для определения координат ИРИ и оценки погрешности необходимо выполнить несколько шагов в следующей последовательности алгоритма.

В каждом положении роя БПЛА определяются угловые пеленги $\{\beta_i, \varepsilon_i\}$.

По известным координатам опорной точки $\{x_0, y_0, z_0\}$ и положения роя $\{x_i, y_i, z_i, \beta_i, \varepsilon_i\}$ по выражению (5) определяется дальность, а затем и точечные оценки пеленга на ИРИ из опорной точки.

При известных точечных оценках координат ИРИ определяются ковариационные матрицы (11) оценок местоположения в пространстве.

По ковариационным матрицам строится эллипсоид рассеяния для оценки координат в пространстве.

При достижении заданных погрешностей определения местоположения, координаты ИРИ считаются достоверными с заданной погрешностью.

Рассмотренный поэтапный алгоритм позволяет производить определение координат ИРИ движущимся пеленгатором с пространственным распределением приемных элементов с возможностью вычисления погрешностей измерения при многократной пеленгации.

Список литературы:

1. Дубров В. Авиация в ливанском конфликте / В. Дубров // Журнал «Авиация и Космонавтика». – 1983. – С. 46–47.
2. Шумарин А.А. Алгоритм преобразования координат источников радиоизлучений пеленгатором с пространственным расположением приемных элементов / А.А. Шумарин, Р.Н. Букаткин, А.Н. Статкевич; КВВАУЛ им. А.К. Серова // Сборник научных статей . – Краснодар, 2023. – С. 191–197.
3. Balanis C.A. A Antenna Theory: Analysis and Design / C.A. Balanis, R. Balanis. – 4rd edition. – 2016. – 1074.
4. Мельников В.П. Радиотехническая разведка / В.П. Мельников, С.В. Попов // Методы оценки эффективности местоопределения источников излучения. – М. : Радиотехника, 2008. – 431 с.
5. Терентьев А.В. Радиотехническая разведка: теория и практика обработки радиолокационных сигналов / А.В. Терентьев, В.Ф. Коротков. – СПб. : Медиапапир, 2021. 346 с.
6. Грешилов А.А. Математические методы принятия решений. – М. : Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2006. – 584 с.

УДК 621.794

**НАПЫЛЕНИЕ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**



**SPRAYING OF COATINGS TO INCREASE
THE DURABILITY OF AIRCRAFT PARTS**

Щепелин Д.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Щепелин Дм.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Корниенко А.А.

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

Аннотация. Определены направления повышения долговечности деталей авиационной техники за счет напыления покрытий. Рассмотрены особенности термического вакуумного, электронно-лучевого, лазерного, электродугового напыления, катодного, магнетронного, высокочастотного, плазмоионного распыления пленок и покрытий.

Ключевые слова: покрытие, пленка, электронно-лучевой испаритель, импульсный лазер, эрозия, электрическая дуга, ионизация, катод, анод, термическое испарение.

Shchepelin D.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Shchepelin Dm.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kornienko A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Pankov V.P.

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

Abstract. The directions of increasing the durability of aircraft parts due to coating spraying are determined. The features of thermal vacuum, electron beam, laser, electric arc sputtering, cathode, magnetron, high-frequency, plasma ion sputtering of films and coatings are considered.

Keywords: coating, film, electron beam evaporator, pulsed laser, erosion, electric arc, ionization, cathode, anode, thermal evaporation.

3 ащитные покрытия и методы их получения являются предметом многих исследований и изобретений, поскольку защитные покрытия находят широкое распространение в промышленности и удачное их использование дает большой экономический эффект [1, 2].

Различают методы и способы получения покрытий. В технологии материалов понятия «метод» и «способ» довольно близки. Обычно один метод, например производства какого-либо материала или изделия, должен весьма существенно или даже принципиально отличаться от другого. В основу отличия методов могут быть положены различные принципы: физические, химические или технологические. Указанные соображения относятся и к применению слова «метод» для различия технологий получения защитных покрытий.

Способ получения покрытия в пределах того или иного метода должен характеризоваться такими отличиями, которые его однозначно определяют. Обычно один способ имеет такие отличия от других, которые позволяют или позволяли ранее квалифицировать его как изобретение [3].

1. Термическое вакуумное напыление.

Сущность процесса нанесения тонких пленок заключается в нагреве вещества в вакууме до температуры, при которой возрастающая с нагревом кинетическая энергия

атомов и молекул вещества становится достаточной для их отрыва от поверхности и распространения в окружающем пространстве. Это происходит при такой температуре, при которой давление собственных паров вещества превышает на несколько порядков давление остаточных газов. При этом атомарный поток распространяется прямолинейно и при соударении с поверхностью испаряемые атомы и молекулы конденсируются на ней. Процесс испарения осуществляется по обычной схеме: твердая фаза – жидкая фаза – газообразное состояние. Некоторые вещества (магний, кадмий, цинк и др.) переходят в газообразное состояние, минуя жидкую фазу [4, 5]. Такой процесс называется сублимацией (рис. 1).

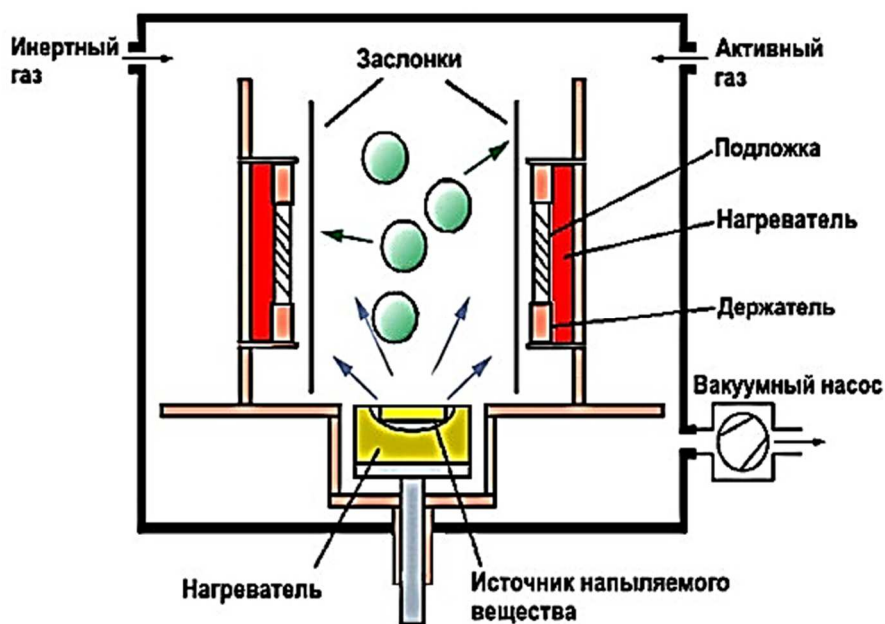


Рисунок 1 – Схема установки вакуумного напыления

Процесс термического вакуумного напыления характеризуется температурой на испарителе t° ис, температурой нагрева подложек t° п, низким давлением воздуха в рабочей камере P_0 , которое необходимо для:

- обеспечения свободной диффузии атомов вещества испарителя в объём рабочей камеры;
- прямолинейного движения атомов вещества без столкновения с молекулами остаточного воздуха и бесполезного рассеивания материала в объёме камеры;
- исключения химического взаимодействия напыляемого вещества с молекулами воздуха.

Температура нагрева вещества в испарителе t° ис должна обеспечивать достаточно высокую интенсивность испарения, чтобы время напыления пленки не превышало 1–2 мин. В то же время чрезмерно высокая интенсивность приводит к образованию мелкозернистой неустойчивой структуры в плёнке.

Основными достоинствами этого метода генерации являются:

- возможность нанесения пленок металлов (в том числе тугоплавких), сплавов, полупроводниковых соединений и диэлектрических пленок;
- простота реализации;
- высокая скорость испарения веществ и возможность регулирования ее в широких пределах за счет изменения подводимой к испарителю мощности;
- стерильность процесса, позволяющая при наличии высокого (а при необходимости сверхвысокого) вакуума получать покрытия, практически свободные от загрязнений.

Все испарители различаются между собой по способу нагрева испаряемого вещества. По этому признаку способы нагрева классифицируются следующим образом: резистивный, индукционный, электронно-лучевой, лазерный и электродуговой.

2. Электронно-лучевое напыление.

В производственных условиях широко используются электронно-лучевые испарители, которые позволяют получать тонкие пленки металлов, сплавов и диэлектриков. Хорошая фокусировка электронного пучка в этих испарителях позволяет получать большую концентрацию мощности (до 5108 Вт/см^2) и высокую температуру, что обеспечивает возможность испарения с большой скоростью даже самых тугоплавких материалов [4, 5].

Метод позволяет получить высокую чистоту и однородность осаждаемой пленки, поскольку реализуется автотигельное испарение материала (рис. 2).

Принцип действия электронно-лучевого испарителя таков: в электронной пушке происходит эмиссия свободных электронов с поверхности катода и формирование их в пучок под действием ускоряющих и фокусирующих электростатических и магнитных полей. Через выходное отверстие пушки пучок выводится в рабочую камеру. Для проведения электронного пучка к тиглю с испаряемым материалом используют главным образом магнитные фокусирующие линзы и магнитные отклоняющие системы. Беспрепятственное прохождение электронного пучка до объекта возможно только в высоком вакууме. В камере испарителя устанавливается рабочее давление около 10^{-4} Па. Испаряемый материал нагревается вследствие бомбардировки его поверхности электронным пучком до температуры, при которой испарение происходит с требуемой скоростью. В образовавшемся потоке пара располагают подложку, на которой происходит конденсация.

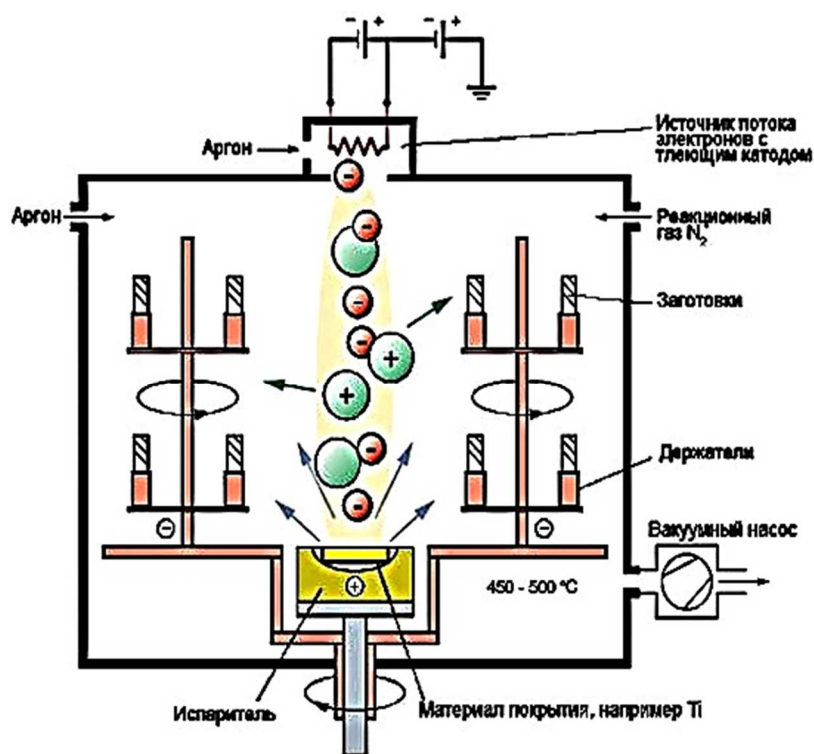


Рисунок 2 – Схема распыления электронным лучом

В простейшем случае электронный пучок направляют на исправляемый материал горизонтально и отклоняют его с помощью различных систем, обеспечивающих поворот пучка на угол до 270° . При этом для обеспечения фокусировки пучка и получения требуемой удельной мощности на поверхности испаряемого материала используют длиннофокусные генераторы электронных пучков.

Недостатки электронно-лучевого метода:

- наличие высокого ускоряющего напряжения (порядка 10 кВ);
- низкий энергетический КПД установок ввиду затрат энергии на образование вторичных электронов (до 25 % энергии первичного пучка), нагрев тигля, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение;

- газовыделение в рабочем объеме вследствие бомбардировки вторичными электронами подложки, технологической оснастки и стенок камеры;
- отсутствие заметной ионизации потока осаждаемого вещества.

3. Лазерное напыление.

В лазерных испарителях нагрев испаряемого вещества, помещенного в вакуум, осуществляется при помощи фокусированного излучения оптического квантового генератора (ОКГ), находящегося вне вакуумной камеры (рис. 3). Нанесение пленок с помощью лазера возможно благодаря следующим свойствам луча: точной фокусировке излучения и дозировке его энергии, высокой плотности потока энергии (10^8 – 10^{10} Дж/см²).

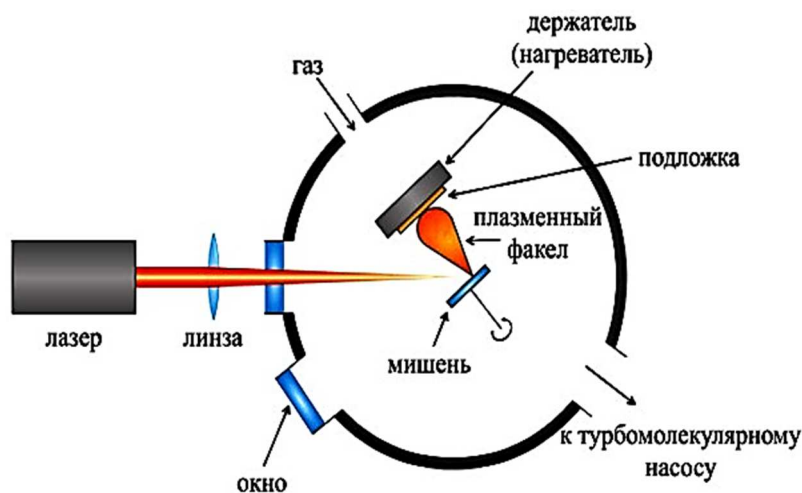


Рисунок 3 – Лазерное напыление

Импульсный лазер – очень удачная разновидность испарителя для МЛЭ, поэтому лазерное напыление может органически вписываться в аппаратуру метода МЛЭ.

Основными достоинствами метода импульсного лазерного напыления (ИЛН) являются:

- предельно чистые условия вакуумного испарения;
- возможность получения пленок самых тугоплавких материалов и сохранения стехиометрического состава многокомпонентных;
- высокая мгновенная скорость напыления и реализуемый беззародышевый механизм роста пленки, которые обеспечивают сплошность слоев при толщине, близкой к мономолекулярной. Это позволяет получать ультратонкие пленки и сверхрешетки;
- использование только низкоэнергетической части плазмы, что способствует получению бездефектных пленок.

В настоящее время для ИЛН применяются мощные газовые лазеры на CO₂ ($\lambda = 10,6$ мкм) или твердотельные рубиновые ($\lambda = 0,6943$ мкм) и неодимовые ($\lambda = 1,06$ мкм) лазеры. Для испарения диэлектриков рекомендуется применять CO₂-лазеры, поскольку диэлектрики лучше поглощают длинноволновое излучение, а неодимовые лазеры позволяют получить тонкие и ультратонкие пленки.

Метод частотного ИЛН заключается в последовательном нанесении пленки в вакууме небольшими порциями (менее монослоя за 1 импульс), следующими друг за другом с определенной частотой.

Для улучшения однородности и воспроизводимости пленочных образцов и структур применяется сканирование лазерного луча по неподвижной мишени или перемещение в вакуумной камере установки.

Важнейшим физико-технологическим параметром лазерного метода получения пленок, определяющим температуру и длительность испарения, состав и состояние испаренного вещества, а через них – скорость и механизм конденсации, структуру и свойства осаждаемого слоя – является режим работы ОКГ.

Существует 3 режима работы: СИ (секундный импульс), МИ (миллисекундный импульс) и НИ (наносекундный импульс). В первом режиме происходит испарение без

диссоциации даже сложных органических соединений. Второй режим дает поровую фазу с разнообразным набором молекулярных фрагментов-комплексов. В третьем достигаются очень высокие температуры, что приводит к полной диссоциации пара и его сильной ионизации. Со временем было установлено, что режим МИ наиболее подходящий, так как пленки в процессе напыления получают однородными по толщине.

ИЛН как метод получения бездефектных тонких, и особенно ультратонких пленок и сверхрешеток, получил развитие лишь в последние годы, поэтому он пока реализован только в исследовательских установках.

4. Электродуговое напыление.

При вакуумном дуговом способе нанесения тонких пленок металлов и их соединений генерация потока вещества, составляющего основу покрытия, осуществляется за счет эрозии электродов электрической дугой (рис. 4). Принципиально возможно использование различных форм стационарной вакуумной дуги, однако широкое применение нашла лишь дуга с холодным расходуемым катодом, которая реализуется в диапазоне давлений от сотен атмосфер до сколь угодно низких и представляет собой низковольтный ($U = 10\text{--}30\text{ В}$) сильноточный ($I = 101\text{--}104\text{ А}$) разряд, горящий в парах материала катода. При этом генерация материала катода осуществляется катодными пятнами вакуумной дуги [6, 7].

Испарение материала катода из области катодного пятна осуществляется под действием низковольтного ионного пучка. При этом часть продуктов испарения возвращается в виде ионного тока на катод, а остальная их доля поступает в объем системы, формируя плазму, которая составляет эффективный продукт генерации.

Продукты генерации, фазовый состав которых определяется в основном видом материала катода, содержит микрокапельную паровую и ионизированную фазы. На тугоплавких металлах доля капельной фазы составляет менее 1 % от полного расхода, на легкоплавких – десятки процентов. Данный метод особенно эффективен при генерации плазм тугоплавких металлов.

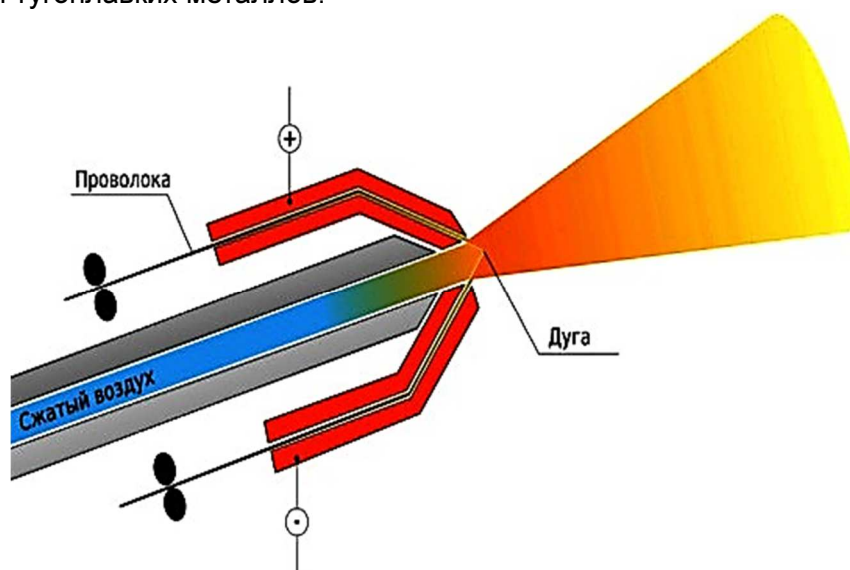


Рисунок 4 – Электродуговое напыление

При работе электродугового испарителя металлов в коаксиальной конструкции катодные пятна стремятся уйти на боковую поверхность. Для их удержания на торцевой поверхности катода используют 2 вида конструкций.

1. Испарители с электростатическим удержанием катодных пятен. В конструкциях данного типа боковая поверхность катода, не подлежащая испарению, прикрыта экраном, изолированным от электродов испарителя. Катодное пятно, попадая на боковую поверхность катода (под экран), прекращает свое существование, так как прерывается поток плазмы, служащей проводником тока между катодным пятном и анодом.

2. Испарители с магнитным удержанием катодных пятен. Удержание катодных пятен на поверхности испарения катода осуществляется с помощью магнитного поля.

При стремлении катодного пятна уйти на боковую поверхность катода радиальная составляющая силы, возникающей при взаимодействии тока с направленным под углом к нему магнитным полем, удерживает катодные пятна на поверхности испарения. Серьезной проблемой, с которой приходится сталкиваться при электродуговом испарении холодного катода, является эрозия капле из катодного пятна, что вызывает появление микродефектов в конденсируемой пленке и может стать причиной снижения эксплуатационных характеристик покрытий.

По сложившимся в настоящее время представлениям, испускание жидких капель катодным пятном вакуумной дуги происходит при формировании на поверхности катода эрозионных кратеров и обусловлено воздействием давления плазмы на поверхность жидкого металла. Данный механизм образования капельной фазы не позволяет объяснить установленную экспериментально зависимость содержания микрокапель в покрытии от содержания газовых включений в катоде (в частности, факт полного отсутствия микрокапель в покрытиях при использовании катодов с газосодержанием менее 10^{-6} %).

Исходя из данного механизма, можно выделить следующие физически значимые параметры процесса образования микрокапель: концентрацию газовых включений в катоде (определяет число центров парообразования, обуславливающих пузырьковое кипение), концентрацию мощности в катодном пятне (определяет толщину слоя расплава, время существования пузырька в расплаве и радиус пузырька, соответствующий длительности его существования), скорость движения катодного пятна (ограничивает временные рамки процесса).

К основным достоинствам метода нанесения тонких пленок вакуумным электродуговым испарением относятся следующие:

- возможность точно регулировать скорость нанесения покрытий путем изменения тока дуги;
- возможность управлять составом покрытия, используя несколько катодов из различных материалов или же составные (многокомпонентные) катоды;
- высокая энергия плазменной струи, способствующая получению высокой адгезии покрытия;
- высокая степень ионизации, способствующая эффективной агломерации зародышей и формированию сплошных пленок минимально возможных толщин;
- возможность получения тонких пленок соединений металлов за счет ввода в камеру реакционного газа;
- технологичность процесса осаждения, позволяющая использовать для управления процессом ЭВМ.

5. Распыление ионной бомбардировкой.

Ионизация – это процесс превращения нейтральных частиц газа (атомов и молекул) в положительно заряженные ионы. Сущность этого процесса состоит в следующем. Находящийся между двумя электродами газ всегда содержит свободных электронов. Если между электродами анодом и катодом создать электрическое поле, то это поле будет ускорять свободные электроны. При встрече с нейтральной частицей газа ускоренный первичный электрон выбивает из нее вторичный электрон, превращая нейтральную частицу газа в положительно заряженный ион, в результате столкновения появляется новая пара заряженных частиц: выбитый вторичный электрон и положительно заряженный ион. Отраженный первичный электрон и вторичный электрон, в свою очередь, могут быть ускорены электрическим полем и при взаимодействии с нейтральными частицами газа образовать по паре заряженных частиц. Так развивается лавинообразный процесс появления в газовой среде двух видов заряженных частиц, и газ, будучи в нормальных условиях электрическим изолятором, становится проводником (рис. 5).

Принцип действия устройств ионного распыления основан на таких физических явлениях, как ионизация частиц газа, тлеющий разряд в вакууме и распыление веществ бомбардировкой ускоренными ионами.

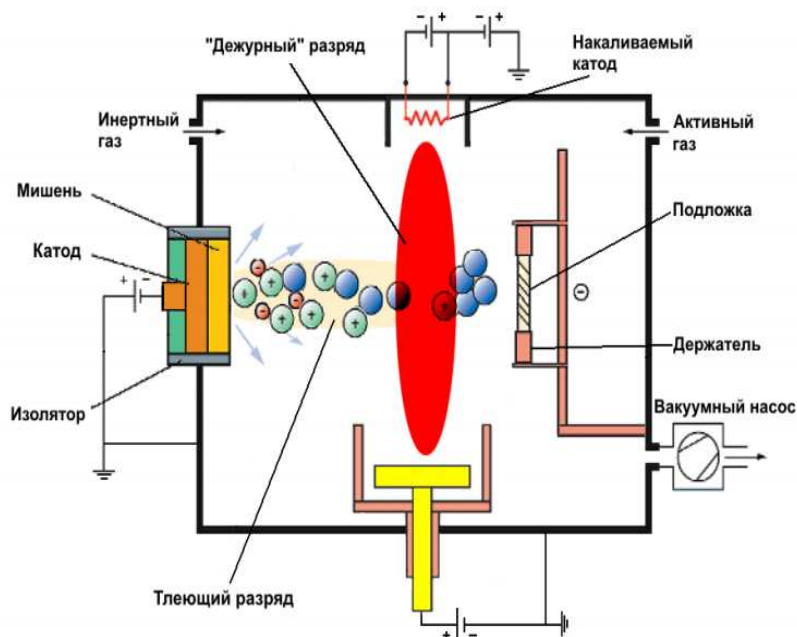


Рисунок 5 – Принцип действия устройств ионного распыления

Современные представления о процессе взаимодействия, приводящего к распылению, предполагают, что в результате проникновения иона в материал возникает каскад бинарных упругих столкновений смещенных атомов, в которых происходит обмен энергией и импульсом между атомами.

Конечным результатом каскада столкновений может стать передача поверхностному атому (в слое толщиной ~ 1 нм) достаточной энергии и необходимого импульса нужной направленности (в направлении границы твердое тело-вакуум) для преодоления сил его связи на поверхности, что и приводит к распылению [6].

Метод ионного распыления основан на бомбардировке мишени, изготовленной из осаждаемого материала, быстрыми частицами. Выбитые из мишени в результате бомбардировки частицы образуют поток наносимого материала, который осаждается в виде тонкой пленки на подложках, расположенных на некотором расстоянии от мишени.

Термическое вакуумное напыление имеет ряд недостатков и ограничений, главные из которых следующие:

- напыление плёнок из тугоплавких материалов (W, Mo, SiO₂, Al₂O₃ и др.) требует высоких температур на испарителе, при которых неизбежно загрязнение потока материалом испарителя;
- при напылении сплавов различие в скорости испарения отдельных компонентов приводит к изменению состава плёнки по сравнению с исходным составом материала, помещённого в испаритель;
- инерционность процесса, требующая введения в рабочую камеру заслонки с электромагнитным приводом;
- неравномерность толщины плёнки, вынуждающая применять устройства перемещения подложек и корректирующие диафрагмы.

Первые три недостатка обусловлены необходимостью высокотемпературного нагрева вещества, а последний – высоким вакуумом в рабочей камере.

Важным фактором, определяющим эксплуатационные особенности и конструкции установок ионного распыления, является способ генерации ионов, бомбардирующих мишень. В соответствии с этим установки ионного распыления оснащаются простой двухэлектродной или магнетронной системой.

6. Катодное распыление.

Катодное распыление – одна из разновидностей распыления ионной бомбардировкой постепенно вытесняется более совершенными процессами высокочастотного и магнетронного распыления.

Будучи относительно простым и в то же время содержащим все основные черты этой группы процессов, оно представляет собой наиболее удобную форму для изучения процессов этого вида распыления вообще. На (рис. 6) представлена схема рабочей камеры установки катодного распыления.

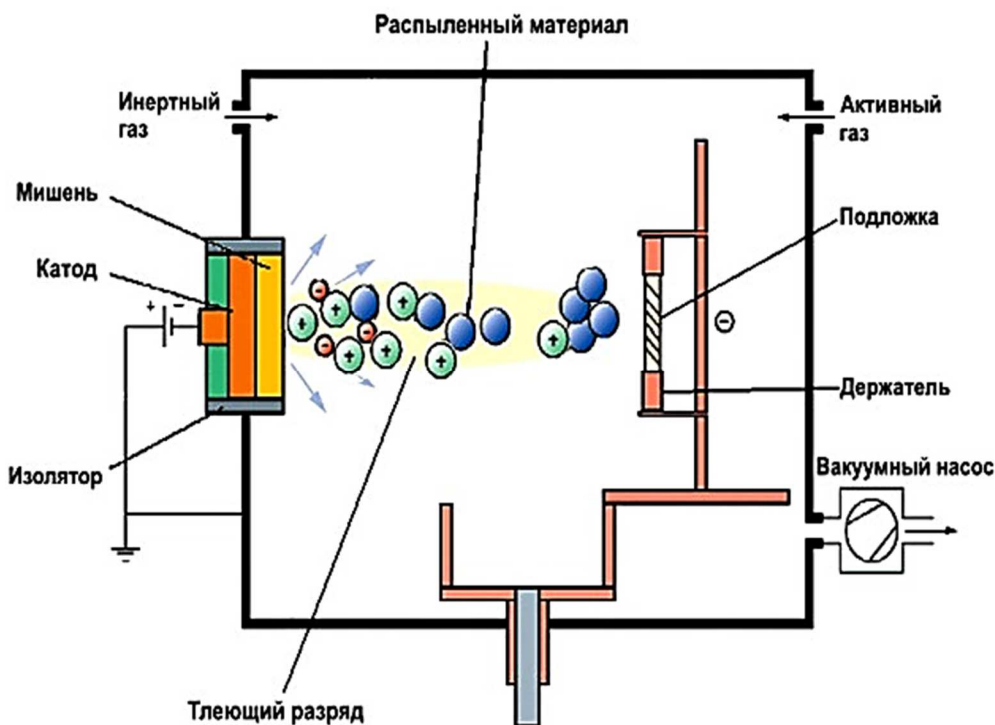


Рисунок 6 – Установка катодного распыления

Питание осуществляется постоянным напряжением, нижний электрод с подложками заземлен и находится под более высоким потенциалом, чем катод-мишень. Переменная нагрузка служит для регулирования тока разряда.

Разряд разделён на две зоны: тёмное катодное пространство и светящаяся область. На тёмное катодное пространство приходится основное падение напряжения. Здесь заряженные частицы разгоняются до энергии, достаточной для того, чтобы ионы, бомбардируя катод-мишень, освобождали поверхностные атомы и электроны (если мишень из проводящего материала), а электроны – на границе тёмного катодного пространства – ионизировали молекулы аргона. При ионизации образуется ион аргона, который, ускоряясь, стремится к мишени, и электрон, который, как и «отработанный» ионизирующий электрон, дрейфует к аноду в слабом поле светящейся области. Освобожденный с поверхности мишени атом вещества, преодолевая столкновения с молекулами и ионами аргона, достигает поверхности подложки. При этом непрерывный поток ионов бомбардирует мишень, и непрерывный поток атомов вещества движется к подложке [6, 7, 8].

7. Магнетронное распыление.

Разновидностью методов на основе тлеющего разряда является магнетронное распыление (рис. 7).

Магнетронные системы ионного распыления относятся к системам распыления диодного типа, в которых атомы распыляемого материала удаляются с поверхности мишени при ее бомбардировке ионами рабочего газа (обычно аргона), образующимися в плазме аномального тлеющего разряда. Для увеличения скорости распыления необходимо увеличить интенсивность ионной бомбардировки мишени, т.е. плотность ионного тока на поверхности мишени. С этой целью используют магнитное поле B , силовые линии которого параллельны распыляемой поверхности и перпендикулярны силовым линиям электрического поля E [6, 7].

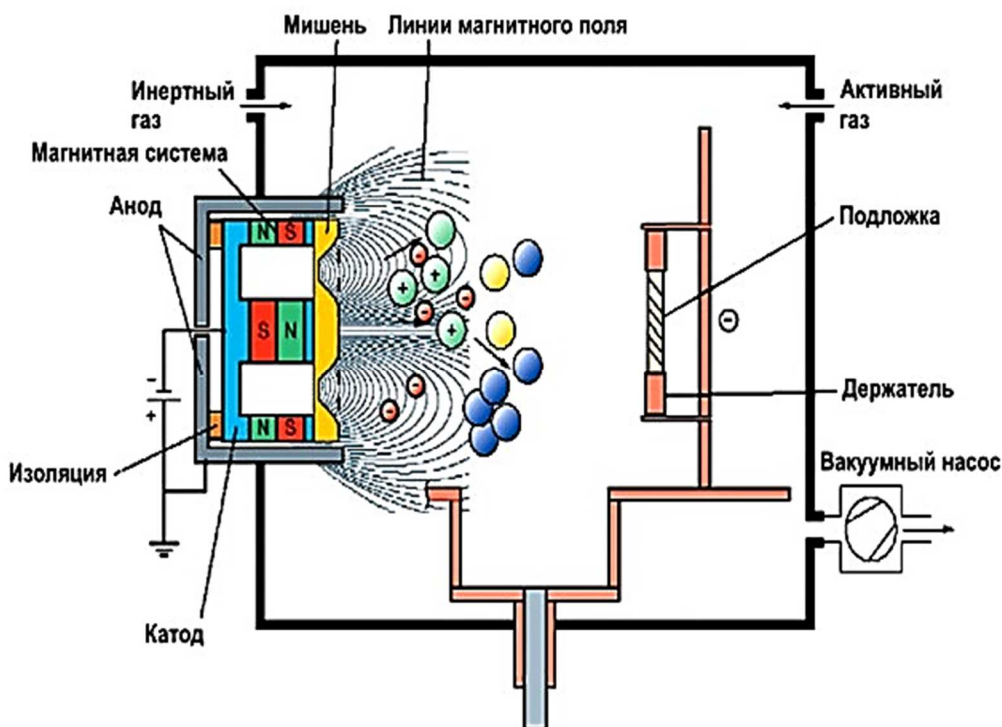


Рисунок 7 – Магнетронное распыление

Катод (мишень) помещен в скрещенное электрическое (между катодом и анодом) и магнитное поле, создаваемое магнитной системой. Наличие магнитного поля у распыляемой поверхности мишени позволяет локализовать плазму аномального тлеющего разряда непосредственно у мишени. Дуги силовых линий замыкаются между полюсами магнитной системы. Поверхность мишени, расположенная между местами входа и выхода силовых линий, интенсивно распыляемая, имеет вид замкнутой дорожки, геометрия которой определяется формой полюсов магнитной системы. При подаче постоянного напряжения между мишенью (отрицательный потенциал) и анодом (положительный или нулевой потенциал) возникает неоднородное электрическое поле и возбуждается аномальный тлеющий разряд. Эмиттированные с катода под действием ионной бомбардировки электроны захватываются магнитным полем и оказываются как бы в ловушке, создаваемой, с одной стороны, магнитным полем, возвращающим электроны на катод, а с другой – поверхностью мишени, отталкивающей электроны. В результате электроны совершают сложное циклоидальное движение у поверхности катода. В процессе этого движения электроны претерпевают многочисленные столкновения с атомами аргона, обеспечивая высокую степень ионизации, что приводит к увеличению интенсивности ионной бомбардировки мишени и, соответственно, значительному возрастанию скорости распыления.

К основным достоинствам магнетронных распылительных систем следует отнести:

- высокие скорости распыления при низких рабочих напряжениях (≈ 500 В) и небольших давлениях рабочего газа;
- низкие радиационные дефекты и отсутствие перегрева подложек;
- малую степень загрязненности пленок посторонними газовыми включениями;
- возможность получения равномерных по толщине пленок на большой площади подложек.

К ограничениям и недостаткам процесса катодного распыления относятся:

- возможность распыления только проводящих материалов, способных эмиттировать в разряд электроны, ионизирующие молекулы аргона и поддерживающие горение разряда;
- малая скорость роста плёнки (единицы нм/с) из-за значительного рассеивания распыляемых атомов материала в объеме рабочей камеры.

8. Высокочастотное распыление.

Металлы и полупроводниковые материалы обычно распыляют при постоянном напряжении на мишени. Если материал мишени является диэлектриком, то при постоянном напряжении на электроде мишени распыление быстро прекращается, так как поверхность диэлектрика при ионной бомбардировке приобретает положительный потенциал, после чего отражает практически все положительные ионы.

Для осуществления процесса распыления диэлектрика необходимо периодически нейтрализовать положительный заряд на нем. С этой целью к металлической пластине, расположенной непосредственно за распыляемой диэлектрической мишенью, прикладывают ВЧ – напряжение с частотой 1–20 МГц (наибольшее распространение для ВЧ – распыления получила частота 13,56 МГц, разрешенная для промышленного применения) [6, 7, 8].

При отрицательной полуволне напряжения на диэлектрической мишени (катоде) происходит обычное катодное распыление. В этот период поверхность мишени заряжается положительными ионами, вследствие чего прекращается ионная бомбардировка мишени. При положительной полуволне напряжения происходит бомбардировка мишени электронами, которые нейтрализуют положительный заряд на поверхности мишени, позволяя производить распыление в следующем цикле (рис. 8).

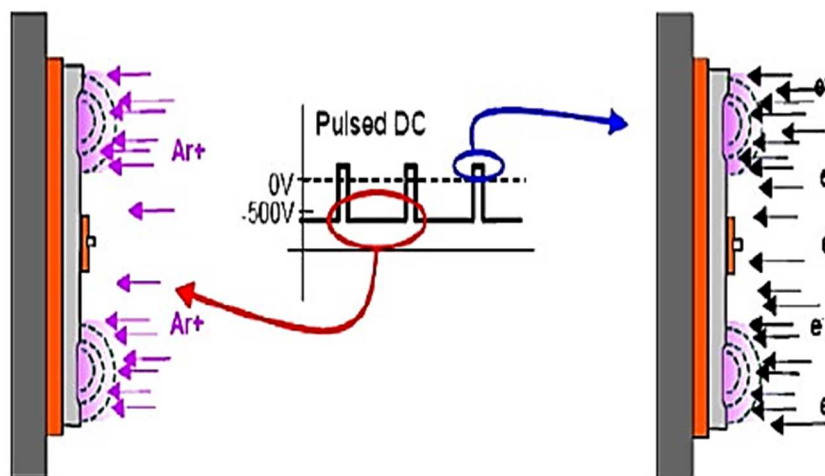


Рисунок 8 – Высокочастотное распыление

В распылительных системах данного типа горение газового разряда поддерживается дополнительным источником (магнитное поле, ВЧ-поле, термокатод). На (рис. 9) представлена четырехэлектродная распылительная система, в которой в качестве дополнительного источника электронов используется термокатод.

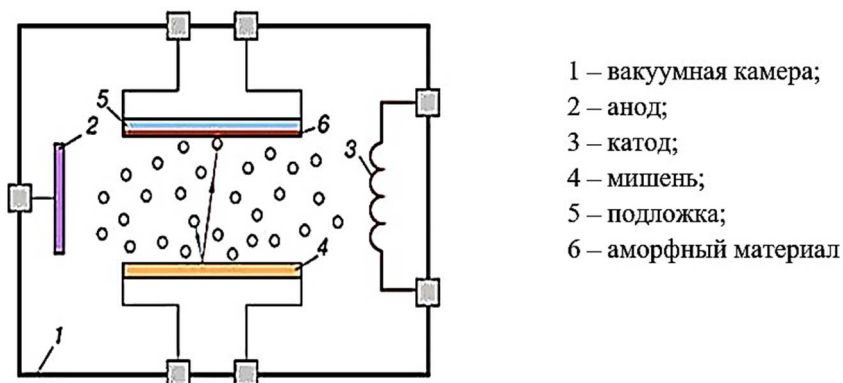


Рисунок 9 – Схема установки четырехэлектродного напыления

Использование несамостоятельного газового разряда позволяет осуществлять нанесение покрытий при низком рабочем давлении в камере установки (5×10^{-2} Па),

что обеспечивает снижение концентрации газов, захваченных пленкой, а также увеличение средней энергии осаждаемых частиц вследствие уменьшения числа столкновений распыленных частиц с молекулами газа на пути к подложке.

Таким образом, к преимуществам систем триодного четырехэлектродного распыления по сравнению со стандартными диодными распылительными системами следует отнести: более высокие скорости осаждения; уменьшение пористости и повышение чистоты осаждаемых пленок; повышение адгезии пленок к подложкам.

9. Плазмоионное распыление в несамостоятельном газовом разряде

Тонкие пленки широко используются в технике в качестве износостойких, антифрикционных, защитно-декоративных и других покрытий. Широкое применение они нашли в оптике (поляризационные фильтры, светоделители, просветляющие и другие покрытия) и в электронной промышленности при производстве приборов и интегральных микросхем (омические контакты, токоведущие дорожки, изготовление конденсаторов, устройства на магнитных пленках, полупроводниковые эпитаксиальные пленки).

Для решения широкого круга задач тонкопленочной технологии разработаны различные методы генерации потока осаждаемого вещества, основанные на механизмах термического испарения (резистивное, электронно-лучевое, импульсное лазерное, электродуговое) и ионного распыления (катодное, магнетронное, высокочастотное) в несамостоятельном разряде и автономными источниками. Проведенный анализ физических процессов, лежащих в основе каждого метода, позволяет выбрать наиболее эффективный метод для решения конкретной технической задачи и может быть использован при разработке новых комбинированных систем генерации плазмы [9, 10].

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. – 224 с.
2. Панков В.П. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.
3. Медведев В.И. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Техническое регулирование. История. Развитие. Закон : монография / В.И. Медведев, В.П. Панков, В.В. Терехов, Д.В. Панков; Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 550.
4. 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.
5. Панков В.П. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных методами хромоалитирования в вакууме / В.П. Панков, В.Д. Ковалев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 2(182). – С. 85–92.
6. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 2(146). – С. 92–96.
7. Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174–179.
8. Панков В.П. Износостойкие плазменные покрытия / В.П. Панков, А.В. Баженов, С.В. Румянцев, Д.В. Панков. – Краснодар, 2022.
9. Румянцев С.В. Исследование микроструктуры и свойств наплавленных износостойких материалов / С.В. Румянцев, В.П. Панков // Сборник науч. ст. и материалов XI Международной науч.-практ. конф. «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар, 2021. – С. 13–19.
10. Исследование режимов обработки вальцов мукомольных мельниц с нанесенным покрытием / В.П. Панков, А.И. Шаталов, В.А. Соловьев, Л.К. Григорьян, М.Н. Худолеев // НаукаПарк. – 2015. – № 2(32). – С. 58–62.

УДК 629.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ**



**INVESTIGATION OF WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY
OF THE USE OF OBJECTIVE CONTROL TOOLS**

Филин Д.В.

кандидат экономических наук,
Краснодарское высшее военное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Азарян Д.А.

кандидат военных наук,
Краснодарское высшее военное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Шадымов В.А.

Краснодарское высшее военное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности использования средств объективного контроля, путем применения информационно-аналитической системы. Предложены классификация задач и баз данных информационной системы, методы решений задач поиска вероятности возникновения особых ситуаций, основанные на математических и аналитических расчетах.

Ключевые слова: средства объективного контроля, единая информационно-аналитическая система, особая ситуация, концепция.

Filin D.V.

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

Azaryan D.A.

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

Shadymov V.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article discusses the issues of increasing the efficiency of the use of objective control tools through the use of an information and analytical system. Classification of tasks and databases of the information system, methods of solving problems of finding the probability of occurrence of special situations based on mathematical and analytical calculations are proposed.

Keywords: means of objective control, unified information and analytical system, special situation, concept.

Конечной целью использования информации средств объективного контроля является повышение уровня безопасности полётов и совершенствование подготовки лётного состава.

Для достижения этой цели необходима разработка методов использования информации средств объективного контроля для решения следующих задач, которые представляется целесообразным расчленить на виды:

1. Одиночный полёт.
 - 1.1 Оценка полноты и качества выполнения полётного задания.
 - 1.2 Выявление всех потенциально опасных событий, если они возникали в полёте.
 - 1.3 При возникновении потенциально опасных событий оценка опасности особых ситуаций и оценка правильности действий экипажа.
2. Последовательность полётов одного и того же экипажа.
 - 2.1 Оценка качества и темпа освоения новых элементов или усложнения условий применения.
 - 2.2 Оценка тенденций в величине неточных или ошибочных действий, которое допускает летчик.
 - 2.3 Оценка фактического уровня подготовки экипажа.
3. Совокупность выполненных полётов.
 - 3.1 Оценка остатка ресурса воздушного судна.
 - 3.2 Оценка уровня безопасности полётов.
 - 3.3 Выявление всех потенциально опасных событий и их причин в зависимости от решаемых полётных задач, уровня подготовки экипажа, состояния техники, условий выполнения полётных заданий, организации полётов и их обеспечения.

4. Совокупность планируемых полётов.

4.1 Проверка, удовлетворяет ли плановая таблица всем требованиям руководящих документов.

4.2 Оценка вероятного числа лётных происшествий на планируемый период по каждой возможной причине возникновения потенциально опасного события в полёте с учётом проводимых профилактических мероприятий.

Задачи 1.1, 2.1, 2.2, 3.1 и 4.1 должны решаться непосредственно в авиационной части, так как основной информацией, используемой при их решении, являются записи бортовых средств объективного контроля (СОК).

Основными исходными данными являются записи СОК, которые вводятся в систему после каждого полёта. Они дополняется служебной информацией, вводимой вручную (например, метеоусловия, состояние взлетно-посадочной полосы и т.д.), а также однократно вводимой начальной информацией (например, данные о лётчике, место и дата изготовления воздушного судна и т.д.).

Задачи 3.2 могут решаться на различных уровнях.

Задачи 3.3 и 4.2 могут решаться лишь в вычислительном центре высокого уровня, использующем информацию многих авиационных частей. Это вызвано необходимостью увеличения объема информации с целью уменьшения доверительных интервалов оценок.

Задача 4.2 представляет собой задачу нормативного прогноза, содержанием которого применительно к проблеме обеспечения безопасности полётов является определение путей достижения минимальной аварийности [4].

Нормативный прогноз осуществляется путём расчётов различных вариантов планирования лётной работы и проводимых профилактических мероприятий с целью выбора наиболее рациональных [2].

Информационную основу решения всех перечисленных выше задач наилучшим образом может обеспечить единая информационно-аналитическая система в рамках реализации современной концепции безопасности полетов. Значительное число параметров, за которыми необходимо наблюдать, и сложность статистической обработки, в которой участвуют не только изолированные параметры, но к их различным сочетаниям, практически исключают возможность использования неавтоматизированных систем [4].

Информационная система требует не только сложных организационных и технических решений, но и развитого математического обеспечения. Ниже рассмотрим некоторые методические вопросы такого обеспечения

В основе такого нормативного прогноза лежит оценка вероятного числа авиационных происшествий за планируемый период по каждой возможной причине возникновения потенциально опасного события в полете. Степень детализации прогнозирования причин определяется её достаточностью для разработки конкретных профилактических мероприятий.

Вероятность возникновения потенциально опасного события в значительной степени зависит от текущей полётной ситуации (а во многих случаях и от предыдущих) [3]. Поэтому для определения ожидаемого числа потенциально опасных событий необходимо знать:

вероятность возникновения потенциально опасного события по каждой причине на каждом этапе полета;

общее число особых ситуаций каждого вида. (Все параметры, характеризующие полетную ситуацию, описываются в виде их принадлежности к тому или другому участку общего принципиально возможного диапазона их изменения).

Потенциально опасное событие переводит полётную ситуацию в особую ситуацию, условная вероятность парирования которой зависит от характеристик всей особой ситуации и, в общем случае, не может быть сведена к изолированной оценке потенциально опасного события.

Таким образом, необходимым условием прогнозирования парирования числа лётных происшествий по каждой причине является знание:

- всех видов причин;

- всех видов потенциально опасных событий;
- вероятности возникновения потенциально опасных событий для каждого вида полётных ситуаций;
- условной вероятности не парирования особых ситуаций каждого вида;
- общего ожидаемого числа каждого вида особых ситуаций (на планируемый период).

Выявление всех видов причин потенциально-опасных событий и их взаимное соответствие обычно устанавливается при причинно-следственном анализе авиационных происшествий и предпосылок к ним, накапливается и дополняется при переходе к новой технике или решению новых задач.

Для определения условной вероятности не парирования особой ситуации могут быть использованы различные методы:

- летные испытания;
- полунатурное моделирование;
- математическое моделирование;
- отработка статистических материалов, т.е. все методы, развиваемые в теории безопасности полетов [5].

Вероятность возникновения потенциально опасных событий в зависимости от характеристики полётных ситуаций может быть определена на основании обработки статического материала, в котором должно быть как число потенциально опасных событий каждого вида, так и общее число полётных ситуаций может быть определено по планируемому объёму лётной работы и решаемым при этом задач.

Потребная детализация информации при решении различных задач будет различна. Наиболее подробной информация должна быть в авиационной части, где её представляется целесообразным размещать в пяти основных базах данных:

1. База «Общая наработка» содержит сведения о количестве полётных ситуаций каждого вида.
2. База «Особые ситуации» содержит сведения о причинах каждого имевшего место потенциально опасного события, самом событии и вызванной им особой ситуации и оценки её опасности.
3. База «Лётчик» формируется для каждого лётчика. Помимо демографических сведений содержит информацию о всех выполненных лётчиком полётных заданиях, качестве их выполнения и допущенных ошибках.
4. База «Самолёта» формируется для каждого самолета. Помимо его паспортных данных содержит сведения о доработках, выполненных регламентных работ, остатке ресурса и видах нагружений.
5. База «Профилактических работ».

Математическое обеспечение информационных систем должно обеспечивать обновление всех этих банков по информации средств объективного контроля и дополнительными данными и выдачу её в диалоговом или другом режиме в удобном для пользователя виде.

В центр высокого уровня информация передается в существенном меньшем объёме. Задача сжатия информации также включается в математическое обеспечение.

Задача центра высокого уровня – проведение нормативного прогноза. Для выполнения прогноза помимо информации, получаемой по каналам связи, необходимы сведения по эффективности тех ли других профилактических мероприятий. Оценка этой эффективности может производится математическим обеспечением центра.

Основным математическим аппаратом, используемым в автоматизированной информационной системе, может, стать аппарат дискретной математики (математическая логика, исчисление предикатов, реляционное исчисление, семантические сети и др.) с широким привлечением экспертных систем и идей искусственного интеллекта [1].

Для использования этого аппарата необходима предварительная работа по выявлению значимо различных с точки зрения безопасности полётов дискретов всех параметров и определению их признаков.

Таким образом, в статье предложена классификация задач и баз данных информационной системы, методы решений задач поиска вероятности возникновения особых ситуаций, основанные на математических и аналитических расчетах.

Список литературы:

1. Кибардин С.А. Систематизация признаков особых ситуаций, связанных с отказами авиационной техники в полете / С.А. Кибардин, В.Ф. Жмеренецкий; КВВАИУ // Сборник статей. Безопасность полетов. – 1984. С. 23–48.
2. Кругликов А.Е. Проблемы влияния человеческого фактора на безопасность полётов в государственной авиации / А.Е. Кругликов, И.Б. Михайлов, Ю.П. Белозеров; КВВАУЛ // Межвузовский сборник научных трудов. – Вып. 22. – Краснодар, 2018. – С. 73–79.
3. Новожилов Г.В. Безопасность полёта самолёта: концепция и технология / Г.В. Новожилов, М.С. Неймарк, Л.Г. Цесарский. – М. : Машиностроение, 2003. – 236 с.
4. Михайлов И.Б. Безопасность полетов : учеб. пособие / И.Б. Михайлов, А.В. Новосельский. – Краснодар : КВВАУЛ, 2018. – 239 с.
5. Прогностика. Терминология. Комитет научно-технической терминологии. Сборник рекомендуемых терминов. – Вып. 92. – М. : Наука, 1978. – 297 с.

УДК 538.8

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ В РАБОТУ



CONVERTING HEAT INTO WORK

Демидченко В.И.

кандидат физико-математических наук,
профессор,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Гереев М.А.

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

Кулюк М.П.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Хайрулин Т.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Современная наука рассматривает пятнадцать форм движения материи. И поскольку количественной мерой движения является энергия, то соответственно можно говорить о пятнадцати формах энергии. Но наибольший интерес представляют теплота, механическая и электрическая энергии. Получение последних возможно за счёт теплоты. В статье рассматриваются циклические процессы сопровождающие преобразования теплоты в энергию. Данные процессы связаны с работой двигателей установок современных самолётов.

Ключевые слова: цикл, круговые процессы, теплота, работа, теорема Карно, замкнутый термодинамический процесс.

Demidshenko V.I.

PhD in Physical
and Mathematical Sciences,
Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Gereev M.A.

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

Kulyuk M.P.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Khairullin T.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. Modern science considers fifteen forms of motion of matter. And since the quantitative measure of motion is energy, then, accordingly, we can talk about fifteen forms of energy. The greatest interest is represented by heat, mechanical and electrical energy. Obtaining the latter is possible due to heat. The article discusses the cyclic processes accompanying the conversion of heat into energy. These processes are related to the operation of the propulsion systems of modern aircraft.

Keywords: cycle, circular processes, heat, work, Carno theorem, lasts less processer closed.

Современная наука рассматривает пятнадцать форм движения материи. И поскольку количественной мерой движения является энергия, то соответственно можно говорить о пятнадцати формах энергии. Но наибольший интерес представляют теплота, механическая и электрическая энергии. Получение последних возможно за счёт теплоты. Что и делается в двигательной и электрической технике. Отсюда и говорят о тепловых двигателях, которые могут быть поршневыми и турбинными. Электрическая энергия производится в основном за счёт невозобновляемого твёрдого, жидкого и газообразного, а также уранового топлива на тепловых и атомных электростанциях. В авиации военного назначения и в самолётах для перевозки пассажиров используются газотурбинные двигатели, а на тепловых электростанциях газо- и паротурбинные для привода во вращательное движение ротора электростатического генератора. Основная задача тепловых двигателей: сжечь топливо и затем преобразовать давление продуктов сгорания в кинетическую энергию потока за счёт газовой турбины и соплового канала в газотурбинном двигателе летательного аппарата или в возвратно-поступательное движение поршня в поршневой конструкции двигателя, а затем, например, во вращательное движение колёс в автомобиле. Сопло выполняется также переменной сужающе-расширяющейся регулируемой геометрии. При давлении про-

дуктов сгорания $P_{ст} = P_{ос}$, термодинамическое совершенство двигателя будет максимальным. Здесь не следует забывать о повышении давления воздуха в диффузоре перед камерой сгорания, что также способствует к увеличению термического КПД двигателя. Основной канал позволяет уменьшить осевую протяжённость газовой турбины. Это является важным моментом, т.к. турбина имеет значительный вес и изготавливается из очень дорогостоящего металла и сплавов. Знание, излагаемого в статье материала, для понимания вышеизложенного необходимо. И конечно в данной работе не обойтись без классического цикла Карно. Без цикла термического совершенства, предложенного гением С. Карно. Идеальность и предельная эффективность цикла состоит в том, что он состоит из двух адиабат и двух изотерм. На основе излагаемого в статье материала кафедрой сделан ряд изобретений, указанных в нижеследующем списке литературы.

Круговые процессы – циклы

Преобразование теплоты в работу в термодинамическом процессе возможно однократно и до того момента, при котором рабочее тело из неравновесного состояния 1 (рис. 1), расширяясь, перейдет в состояние 2 равновесия с окружающей средой. Чтобы непрерывно производить работу в тепловом двигателе, необходимо возвратит путем сжатия рабочее тело из состояния 2 в состояние 1, то есть процесс 1а2 замкнуть, например, по линии 2в1. *Замкнутый термодинамический процесс называют круговым или циклом.* В соответствии со вторым законом термодинамики для преобразования теплоты в работу необходимо иметь два источника теплоты: горячий (теплоотдачик) с температурой T_1 и холодный (теплоприемник) с температурой T_2 . При этом, как известно, из подводимой к рабочему телу от горячего источника теплоты q_1 часть ее в количестве q_2 должна быть отдана холодному источнику (теплоприемнику). Следовательно, за один цикл в работу превратится часть теплоты в количестве $q_{ц} = q_1 - q_2 = l_{ц}$. Так как в *круговом процессе* $\Delta u = 0$ и $\Delta h = 0$, то согласно первому закону применительно к круговому процессу $q_{ц} = l_{ф} = l_{расш} - l_{сж} = l_p = l_{p1a2} - l_{p2в1} = l_{ц}$. Таким образом, разность работы расширения $l_{расш} = пл.1a2u2u11$ (рис. 1) и работы сжатия $l_{сж} = пл.2в1u1u22$ представляет собой произведенную в двигателе работу цикла:

$$l_{ц} = l_{расш} - l_{сж} = пл.1a2в1.$$

Круговые процессы, протекающие по часовой стрелке, называют прямыми (рис. 1), а круговые процессы, направленные против часовой стрелки – обратными (рис. 2).

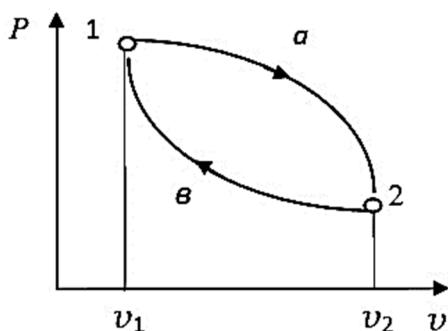


Рисунок 1

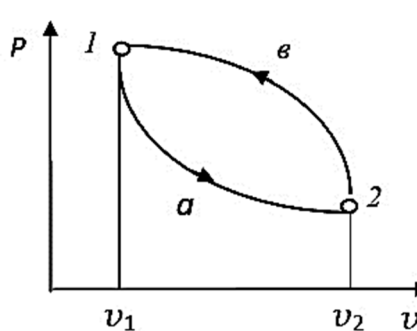


Рисунок 2

По прямым циклам работают тепловые двигатели, назначение которых – производство работы. По обратным – холодильные машины и тепловые насосы, называемые также термотрансформаторами. Назначение холодильных машин – отвод теплоты q_2 от низкотемпературного источника с целью охлаждения последнего и последующей передачей q_2 высокотемпературному источнику с температурой окружающей среды $T_{о.с}$ при затрате работы извне. В тепловых насосах отвод теплоты q_2 от низкотемпературного источника с температурой $T_{о.с}$ производится с целью использования этой теплоты для нагрева высокотемпературного источника при затрате работы извне.

Для оценки эффективности циклов тепловых двигателей используется термический коэффициент полезного действия (КПД):

$$\eta_t = \frac{\ell_{\text{ц}}}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1}. \quad (1)$$

Термический КПД численно представляет собой отношение количества полученной в цикле работы к количеству затраченной теплоты. По физическому содержанию *термический КПД характеризует способность теплового двигателя к преобразованию получаемой от горячего источника теплоты в работу.*

Прямой цикл Карно

Для оценки совершенства реальных тепловых машин необходимо иметь идеал, к которому следует стремиться. Таким идеалом для всех преобразователей энергии является цикл Карно, разработанный С. Карно в 1824 г. *Цикл Карно состоит из двух адиабат и двух изотерм.* На рисунках 3 и 4 соответственно на диаграммах Pv и Ts представлен прямой цикл Карно. Это единственно возможная комбинация процессов, когда работоспособность системы будет максимальной. Обусловлено это тем, что в изотермическом процессе расширения вся подводимая теплота, а в адиабатном процессе расширения все изменение внутренней энергии газа превращаются в работу. Поэтому из всех обратимых циклов: Отто, Дизеля, Тринклера, Брайтона, Стирлинга, Эриксона, Демидченко и др., *цикл Карно самый эффективный.*

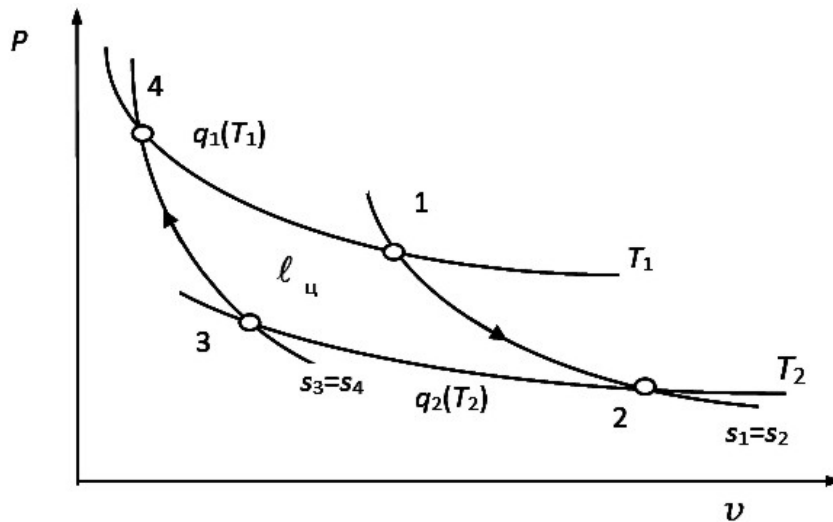


Рисунок 3

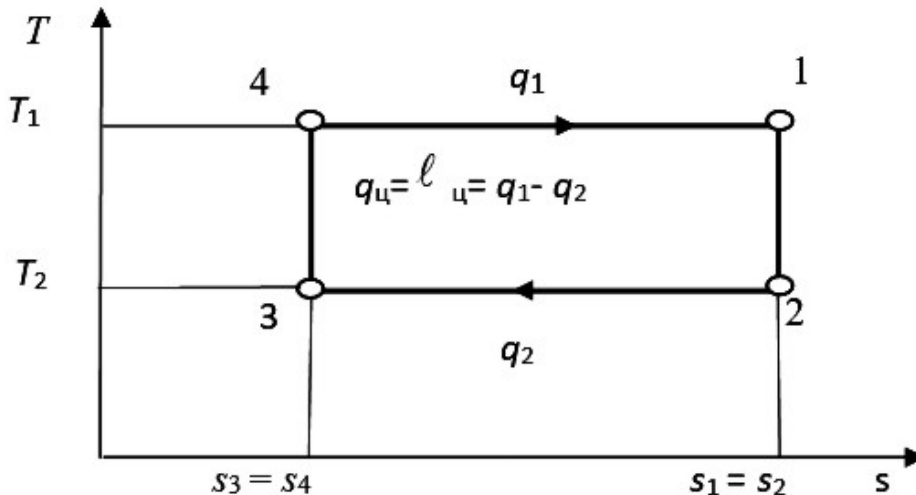


Рисунок 4

В прямом цикле Карно при наличии двух источников теплоты и при соблюдении условия обратимости отвод и подвод теплоты может осуществляться только по изотермам. Действительно, идеальный, то есть обратимый, подвод теплоты от источника с неизменной температурой T_1 , к рабочему телу может быть реализован только по изотерме T_1 и при равенстве температур теплоисточника и рабочего тела на протяжении всего процесса подвода теплоты q_1 . Обратимый отвод теплоты q_2 от рабочего тела к теплоприемнику с неизменной температурой T_2 можно произвести также только изотермически при T_2 и при равенстве температур рабочего тела и теплоприемника на протяжении всего процесса. Однако две изотермы не могут образовать круговой процесс, и поэтому обратимый переход с температурного уровня T_1 на уровень T_2 и обратно возможен только по адиабатам 12 и 34 (рис. 3 и 4). Условие обратимости всех процессов предполагает также их равновесность (равенство давлений и температур по всей массе рабочего тела), отсутствие тепловых потерь, трения и химического реагирования. Так получается идеальный цикл 12341 – цикл Карно. Его называют также предельным циклом Карно. Это обусловлено тем, что на любой цикл можно наложить цикл Карно, проведя изотермы через экстремальные температуры конкретного цикла.

Коэффициент полезного действия цикла Карно равен:

$$\eta_t^k = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{T_2(s_2 - s_3)}{T_1(s_1 - s_4)} = 1 - \frac{T_2}{T_1}, \quad s_2 - s_3 = s_1 - s_4. \quad (2)$$

Анализируя формулу, приходим к выводам:

1. Термический КПД прямого цикла Карно тем больше, чем меньше отношение абсолютных температур теплоприемника и теплоотдатчика. Следовательно, для повышения экономичности прямого цикла Карно следует стремиться к увеличению температуры T_1 и к снижению температуры теплоприемника T_2 .

2. Термический КПД теплового двигателя, работающего по циклу Карно, всегда меньше единицы. Равенство КПД единице могло бы иметь место при температуре теплоотдатчика $T_1 = \infty$ или при $T_2 = 0$. Однако не одно из этих условий неосуществимо. Поэтому всегда $\eta_t^k < 1$.

3. При равенстве $T_1 = T_2$ $\eta_t^k = 0$.

Если допустить, что современные материалы способны длительно работать при $T_1 = 3000$ К, то при $T_2 = 300$ К $\eta_t^k = 90$ %. Кстати, эффективный КПД на валу автомобильных колес составляет 10 %. Это значит, что один литр топлива из десяти переходит в энергию вращения колес, то есть используется по назначению, а девять литров «обеспечивают» необратимость многочисленных процессов автомобиля.

Цикл Карно не применяется в реальных тепловых машинах для организации их работы и не только потому, что реальные процессы необратимы. Если изобразить газовый цикл Карно на Pv диаграмме (рис. 3) строго в соответствии с реальными значениями параметров в состояниях 1, ..., 4, то из-за относительно небольшой разницы в наклоне изотерм и адиабат окажется, что площадь этого цикла незначительна, а протяженность его в направлении обеих координат велика. Таким образом, если построить газовый двигатель, работающий по циклу Карно, то его эффективность по термическому КПД была бы сведена на нет потерями на трение поршня в очень длинном цилиндре, огромной массой двигателя и большими расходами металла. Поэтому ни один тепловой двигатель, и в том числе паровой, не работает по циклу Карно. Однако, теоретические циклы по совершенству использования теплоты оцениваются степенью приближения их термического КПД к значению термического КПД предельного цикла Карно.

Выражение (2) позволяет определить не только предельное значение термического КПД тепловых двигателей, но и максимальную работу, производимую в данном температурном интервале предельного цикла Карно, которая получается при проведении изотерм и адиабат через экстремальные точки реальных циклов.

Теорема Карно

При получении формулы для термического КПД обратимого цикла Карно были использованы соотношения, справедливые только для идеального газа. Поэтому для того, чтобы можно было распространить все сказанное о цикле Карно на любые реальные газы и пары, необходимо доказать, что термический КПД цикла Карно не зависит от свойств рабочего тела, при помощи которого он осуществляется. Это и является содержанием теоремы Карно. Для доказательства этой теоремы предполагается, что два двигателя работают по обратимому циклу Карно с различными рабочими телами. У двигателя 1 рабочее тело – идеальный газ, у двигателя 2 – пар (реальный газ). Оба двигателя имеют общий теплоисточник с температурой T_1 и теплоприемник с температурой T_2 (рис. 5). Пусть газовый и паровой двигатели получают соответственно теплоту q'_1 и q''_1 , а отдают теплоприемнику: газовый – q'_2 , паровой – q''_2 .

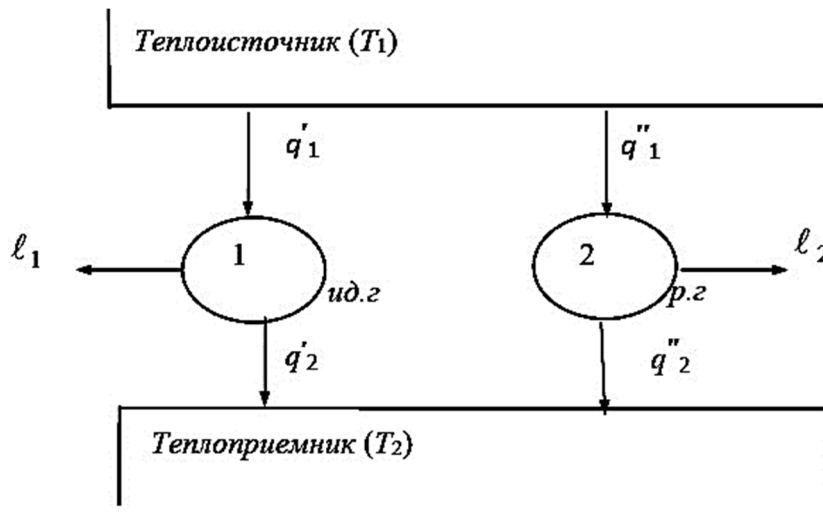


Рисунок 5

Коэффициенты полезного действия этих двигателей соответственно равны:

$$\eta_t^{k1} = \frac{q'_1 - q'_2}{q'_1} \text{ и } \eta_t^{k2} = \frac{q''_1 - q''_2}{q''_1}. \quad (3)$$

Они будут равны при $q'_2 = q''_2$. Доказывается это методом от противного, в результате чего получается неожиданный вывод: экономичность теплового двигателя не зависит от свойств рабочего тела. Иными словами: термический КПД обратимого цикла Карно не зависит от вида рабочего тела и является функцией температур теплоисточника и теплоприемника.

Список литературы:

1. Демидченко В.И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2020. 581 с.
2. Демидченко В.И. Устройство и работа поршневых двигателей с изобарным отводом теплоты. – 2-е изд. стер. Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2007. – 118 с.
3. Демидченко В.И. Свидетельство № 1824334 «Силовая установка транспортного средства» / В.И. Демидченко, В.В. Демидченко, С.М. Казьмин. 20 с. Оpubл. Б.И. № 24 за 1993 г.
4. Патент № 2044164 «Колебательно-роторный двигатель-компрессор» / В.И. Демидченко, В.В. Демидченко, С.М. Казьмин. Оpubл. Б.И. № 26 за 1995 г.
5. Демидченко В.И. Схема двигателя объёмного сжатия и расширения и анализ его эффективности. С. 372–379. Современные технологии – ключевое звено в возрождении отечественного авиастроения: Материалы Международной научно-практической конференции. Казань, 12–13 августа 2008 года. – Казань : Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – Т. 1. – 436 с.

6. Патент № 20547952 «Силовая установка Демидченко-Попова» / В.И. Демидченко, В.В. Демидченко, П.Г. Попов. Оpubл. 10.04.96., Бюл. № 10.
7. Патент № 20547954 «Поршневой двухтактный двигатель внутреннего сгорания Демидченко-Попова» / В.И. Демидченко, В.В. Демидченко, П.Г. Попов. Оpubл. 10.04.96., Бюл. № 10.
8. Патент № 2246626 «Поршневой двухтактный двигатель внутреннего сгорания Демидченко-Попова с изобарным отводом теплоты» / В.И. Демидченко, В.В. Демидченко, П.Г. Попов // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 20 февраля 2005 г.
9. Демидченко В.И. Новые силовые установки транспортных средств / В.И. Демидченко, В.В. Демидченко, П.Г. Попов // Научно-технический информационный бюллетень «Новые технологии». – М., 1996. – № 3. – С. 12–14.
10. Демидченко В.И. Устройство и работа поршневого двигателя с изобарным отводом теплоты. – С. 113–114. «Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ» – 2009» / В.И. Демидченко // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции. 12–13 октября 2009 года. – Казань : Изд-во Казан. гос. техн. ун-та., 2009. – Т. 2. – 712 с.
11. Патент № 2735973 «Четырёхтактный поршневой двигатель внутреннего сгорания с изобарным подводом и отводом теплоты» / В.В. Демидченко, В.И. Демидченко, Р.М. Закарян, Г.Н. Масляева. Оpubл. 11.11.2020 г.
12. Патент № 27751911 «Четырёхтактный поршневой двигатель внутреннего сгорания со смешанным подводом и изобарным отводом теплоты» / И.В. Демидченко, Г.Н. Масляева, В.В. Демидченко, Р.М. Закарян, Г.И. Дейкун. Оpubл. 13.05.2022 г.

УДК 621.794

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ
ЛОПАТОК ТУРБИН АВИАЦИОННЫХ ГТД**



**MATHEMATICAL MODELING OF THE THERMAL STATE
OF AVIATION GTE TURBINE BLADES**

Панков В.П.

кандидат технических наук,
доцент,
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

Божко С.В.

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

Аннотация. В работе представлен расчет зависимостей теплофизических свойств материала лопатки от температуры трехмерного нестационарного температурного поля лопатки с использованием решения нестационарной нелинейной пространственной задачи. Для этого используется математическая модель лопатки, которая на основе метода конечных элементов разбивается на 3000 (размер ячеек 10-15-20) и 4000 (20-45-50) элементов, каждый из которых воспринимает тепловую нагрузку от 300 до 2400 К, определяя чувствительные области лопатки.

Ключевые слова: лопатка, численные методы, нестационарная, нелинейная пространственная задача, метод конечных элементов, тепловая нагрузка.

Pankov V.P.

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

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
mvs4967@mail.ru

Stepanov V.V.

Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
Kuban State Technological University
vvs04367@mail.ru

Bogzko S.V.

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

Abstract. The paper presents the calculation of the dependences of the thermophysical properties of the blade material on the temperature of the three-dimensional non-stationary temperature field of the blade using the solution of a non-stationary nonlinear spatial problem. To do this, a mathematical model of the blade is used, which, based on the finite element method, is divided into 3000 (cell size 10-15-20) and 4000 (20-45-50) elements, each of which perceives a thermal load from 300 to 2400 K, determining the sensitive areas of the blade.

Keywords: shovel, numerical methods, non-stationary, nonlinear spatial problem, finite element method, thermal load.

Основной проблемой, возникающей при эксплуатации деталей в условиях высоких температур, агрессивных сред и механических нагрузок является обеспечение их надежности и долговечности (рис. 1–4) [1, 2].

В настоящее время ведутся активные исследования по оптимизации химического состава жаропрочных сплавов, технологий их производства и методов защиты поверхностей [3, 4].

Расчет зависимости теплофизических свойств материала лопатки от температуры трехмерного нестационарного температурного поля лопатки (рис. 1) необходимо проводить с использованием численных методов с решения нестационарной нелинейной пространственной задачи теплопроводности лопатки.

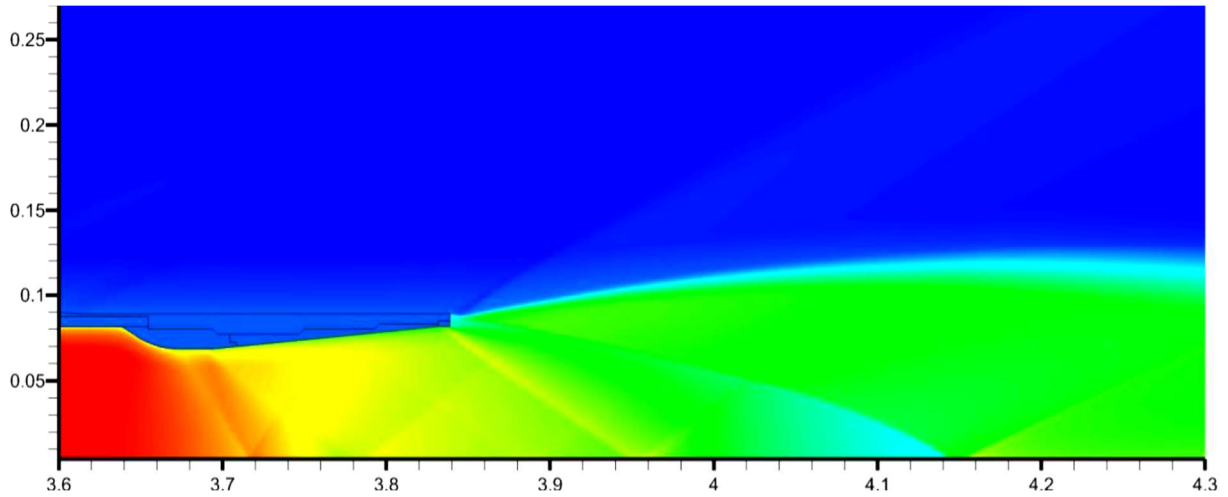
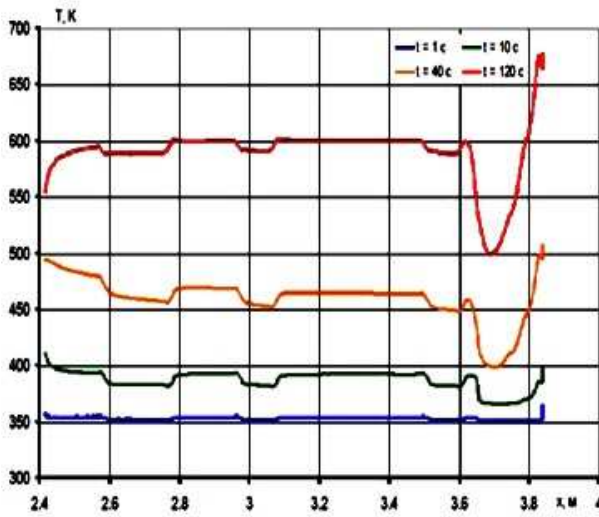
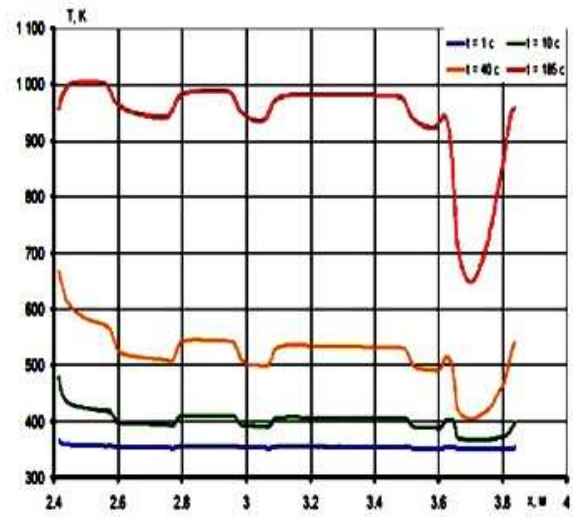


Рисунок 1 – Поля статической температуры газа, при истечении из сопла прямоточного двигателя твердого топлива (ДТТ)

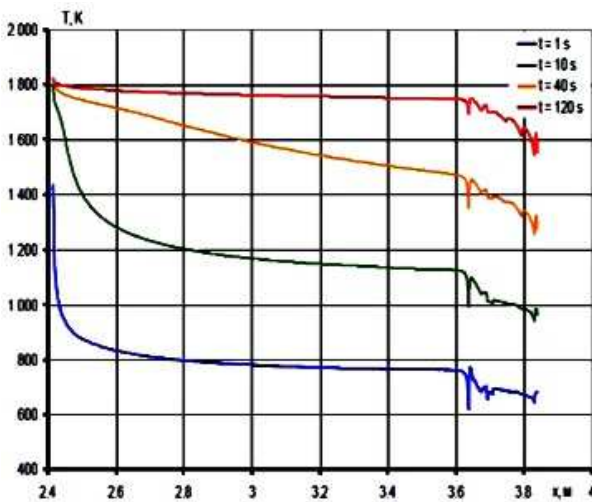


а)

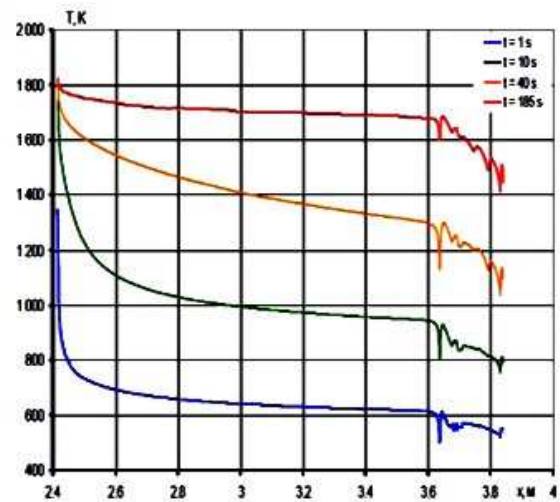


б)

Рисунок 2 – Распределение температуры на наружной поверхности корпуса ДТТ: а) высота 8 км (режим Н8); б) высота 20 км (режим Н20)



а)



б)

Рисунок 3 – Распределение температуры на внутренней поверхности корпуса ДТТ: а) высота 8 км (режим Н8); б) высота 20 км (режим Н20)



Рисунок 4 – Охлаждаемые лопатки авиационных ГТД

Следует отметить большую разницу в уровне максимальных температур газа, который обтекает сопловой аппарат и рабочую лопатку турбины в авиационных ГТД.

За камерой сгорания, на входе в сопловой аппарат ТВД, всегда имеется значительная окружная неравномерность газа, составляющая не менее 15...25 % от его среднемассовой температуры, определяемой по величине расхода топлива. Вследствие этого, например, при среднемассовой температуре газа, равной 1700К, местная максимальная температура на входе в сопловой аппарат турбины может быть равной примерно 1955...2125К. Поскольку современные жаропрочные материалы ограничивают предельную температуру металла значениями $T_{л} \leq 1325$ К, то требуемый уровень охлаждения равен $\theta_{ср} = 0,6...0,65$. В то же время в рабочей лопатке ТВД температура газа, обтекающего профиль, существенно меньше. При её определении необходимо учитывать: выбранную величину реактивности ступени; радиальную неравномерность температуры газа на входе в рабочее колесо турбины; отличия температур газа на вогнутой и выпуклой сторонах лопатки, которые определяются в том числе и распределением скоростей газа в межлопаточном канале решётки профилей (рис. 5) и т.д.

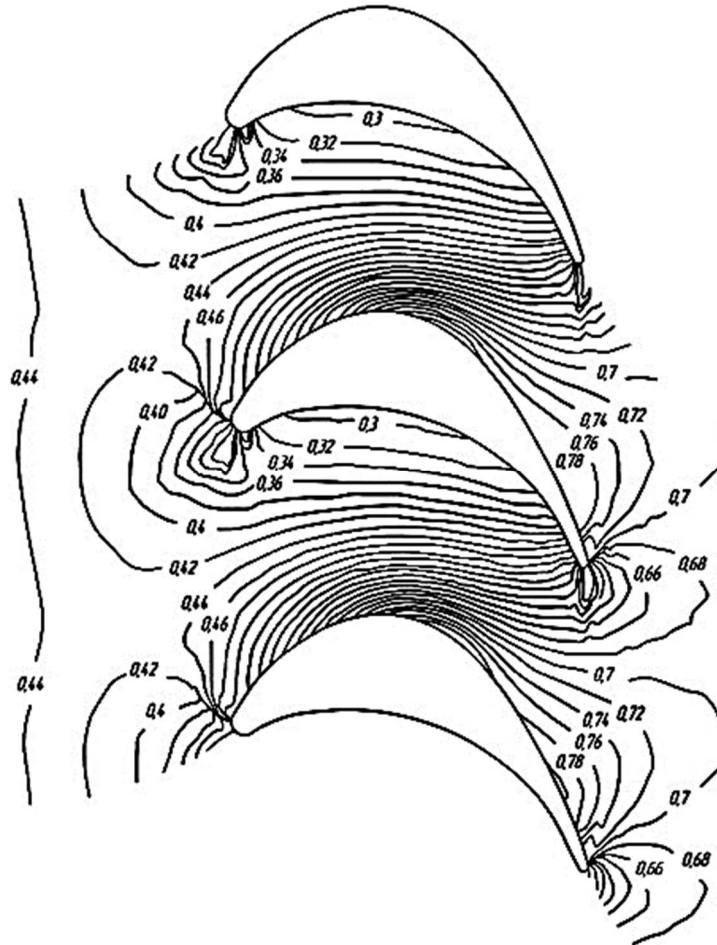


Рисунок 5 – Эпюры относительных скоростей λ в межлопаточном канале в среднем сечении лопатки рабочего колеса турбины ГТД

Нестационарная нелинейная пространственная задача теплопроводности лопатки:

$$C_l \rho_l \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial X} \left(\lambda_l \frac{\partial T}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Y} \left(\lambda_l \frac{\partial T}{\partial Y} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left(\lambda_l \frac{\partial T}{\partial Z} \right),$$

где X, Y, Z – координаты, м; T – температура, К; τ – время, с; λ_l – коэффициент теплопроводности материала лопатки, Вт/(м*с); C_l – удельная теплоемкость, Дж/кг*К; ρ_l – плотность материала лопатки, кг/м³.

Величины λ_l, C_l, ρ_l зависят от температуры.

Поверхность лопатки со стороны газа:

$$-\lambda_l \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_w = \alpha_i (T_{адw2} - T_{wf}).$$

Поверхность лопатки со стороны охладителя:

$$-\lambda_l \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_w = \alpha_{охл} (T_{w2} - T_{охл}).$$

где T_0 – температура потока рабочего тела в исходном сечении, К; $T_{адw2}$ – адиабатная температура стенки, К; T_{wf} – температура поверхности лопатки со стороны рабочего тела, К; T_{w2} – температура поверхности лопатки со стороны охладителя, К; $T_{охл}$ – температура охладителя, К; α_i – местный коэффициент теплоотдачи рабочего тела на i -ой поверхности лопатки, Вт/м²К; $\alpha_{охл}$ – коэффициент теплоотдачи охладителя, Вт/м²К; $\left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_w$ – градиент температур в лопатке в направлении нормали к ее поверхности.

Данный метод нахождения коэффициентов теплоотдачи делит поверхность лопатки на ряд характерных участков (рис. 6), для которых записывается свое уравнение подобия.

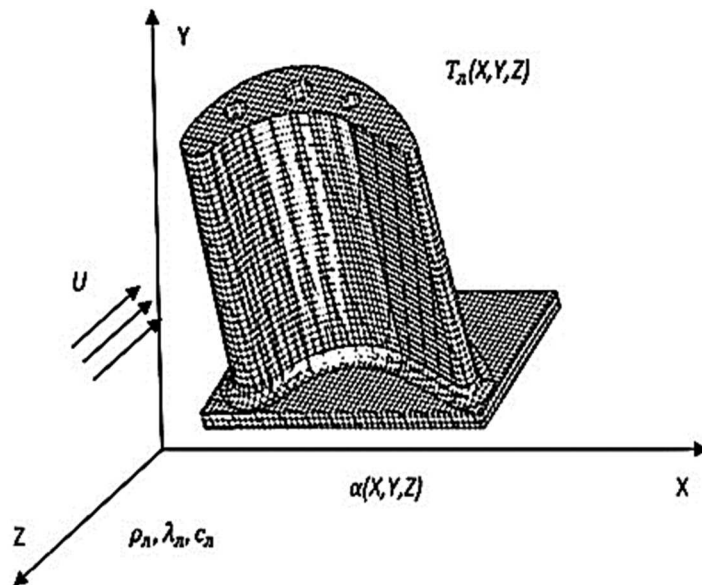


Рисунок 6 – Трехмерная модель лопатки для расчета ее теплового состояния

Математическое моделирование теплообмена между поверхностью лопаток турбомашин и потоком рабочего тела осуществляется путем совместного численного решения дифференциальных уравнений пограничного слоя, который образуется на поверхности лопатки [5, 6, 7].

Система уравнений для нестационарного процесса теплоотдачи на поверхности плоской лопатки:

– дифференциальное уравнение теплоотдачи:

$$\alpha_{\Gamma} = - \frac{\lambda}{|T_{адw} - T_w|} \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=0},$$

– дифференциальное уравнение энергии:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \tau} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right) \rho c_p = \frac{\partial}{\partial y} \left[(\lambda + \lambda_T) \frac{\partial T}{\partial y} \right] + (\mu + \mu_T) \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \frac{dp}{d\tau} + u \frac{dp}{dx} + q_v,$$

– дифференциальное уравнение движения:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \tau} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) \rho = - \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left[(\mu + \mu_T) \frac{\partial u}{\partial y} \right] + S_v,$$

– дифференциальное уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0;$$

– уравнение состояния:

$$\rho = \frac{P}{RT},$$

Эффективность завесы определяется инженерной зависимостью:

$$\theta = \frac{(T_r - T_{адw})}{(T_r - T_{w0})},$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Дж/м*К; μ – динамический коэффициент вязкости, Па*с; λ_T – коэффициент турбулентного переноса теплоты, Дж/м*К; μ_T – коэффициент турбулентного переноса количества движения, Дж/кг*К; τ – время, с; ρ – плотность, кг/м³; R – газовая постоянная, Дж/кг*К; P – давление потока, Па; $T_{адw}$ – адиабатная температура стенки, К; T_r – температура «восстановления» ядра потока (адиабатная температура стенки при отсутствии завесы), К; T_w – температура поверхности лопатки со стороны рабочего тела, К; T_{w0} – температура поверхности стенки в исходном сечении; T – термодинамическая температура потока, К; u – продольная составляющая скорости, м/с; v – поперечная составляющая скорости м/с; x – продольная координата, м; y – поперечная координата, м; S_v – величина, характеризующая интенсивность внутренних источников количества движения, Па/м; q_v – величина, характеризующая интенсивность внутренних источников теплоты, Вт/м³.

После построения разностных сеток производится расчет теплового состояния лопатки.

На рисунках 7–10 представлена структура модуля расчета теплового состояния. При расчете теплового состояния задается конструкционный материал лопатки и тип охлаждающего теплоносителя. Для этого в комплексе программ предусмотрены специальные базы данных, из которых выбирается необходимый конструкционный материал, применяемый в энергетическом машиностроении: вольфрам, титан, никель, алюминий, кобальт, различные марки стали (X20H8T3, X20H80T, X18H9B и др.) В базе данных приведены значения плотности, теплоемкости, коэффициента теплопроводности при различных температурах. Рабочий диапазон температур составляет от 300 до 2400 К, что соответствует современным и перспективным образцам ГТД. В зависимости от параметров работы турбины, задаются значения температуры, давления, скорости потока и охладителя, а также степень турбулентности T_u . Кроме этого, предусмотрена возможность расчета воздействия газодинамической температурной стратификации на процесс теплообмена для оценки эффективности ее применения в перспективных системах охлаждения лопаток [8, 9].

Для исследования лопатки может задаваться различное число ячеек [10]. На рисунке 11 приведены разностные сетки с числом элементов равным соответственно 3000 и 40000 элементов.

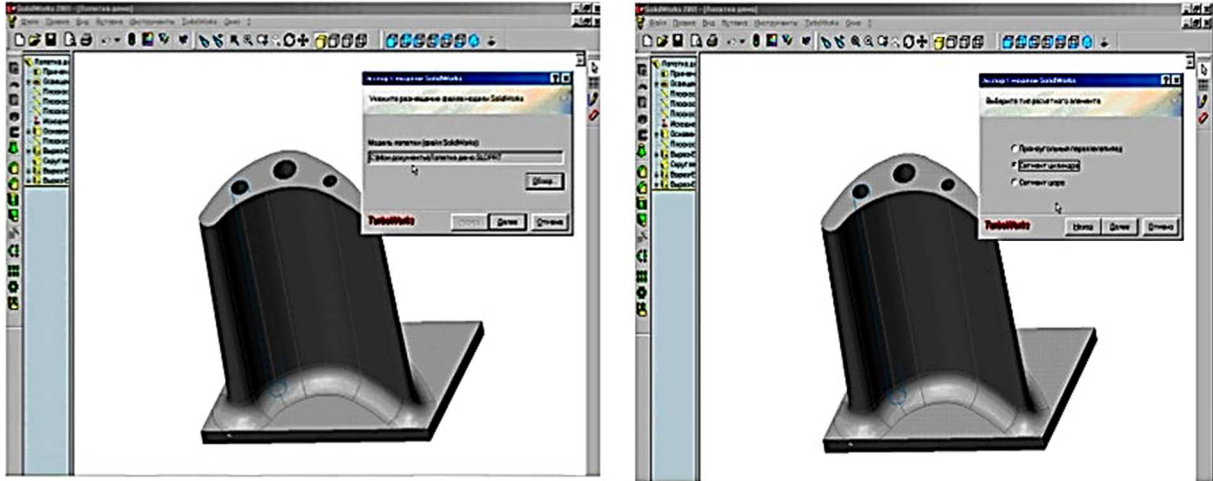


Рисунок 7 – Размещение файла исследуемой лопатки с определением типов расчетных элементов

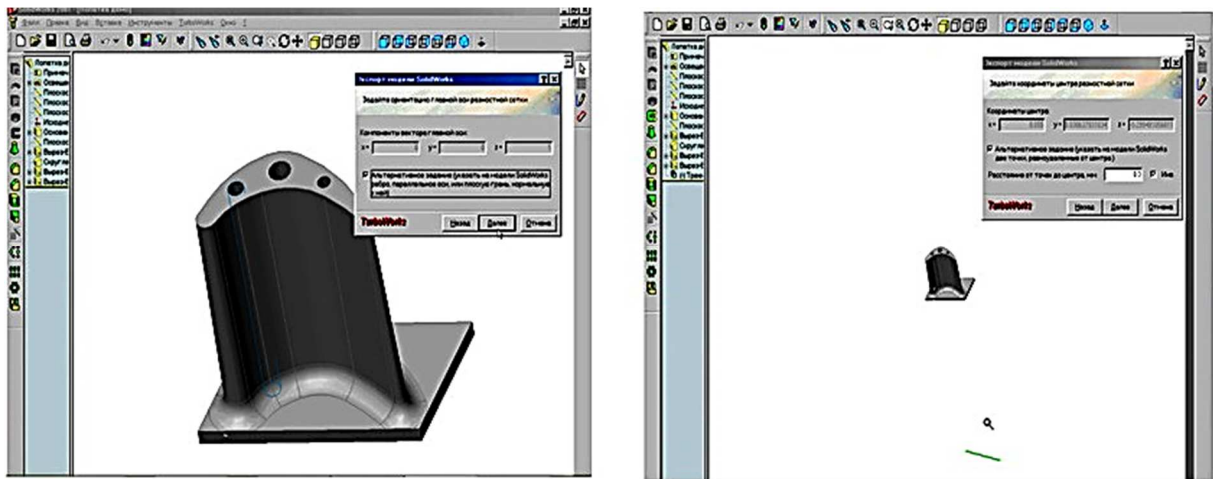


Рисунок 8 – Указание положения расчетной сетки, координат центра разностной сетки

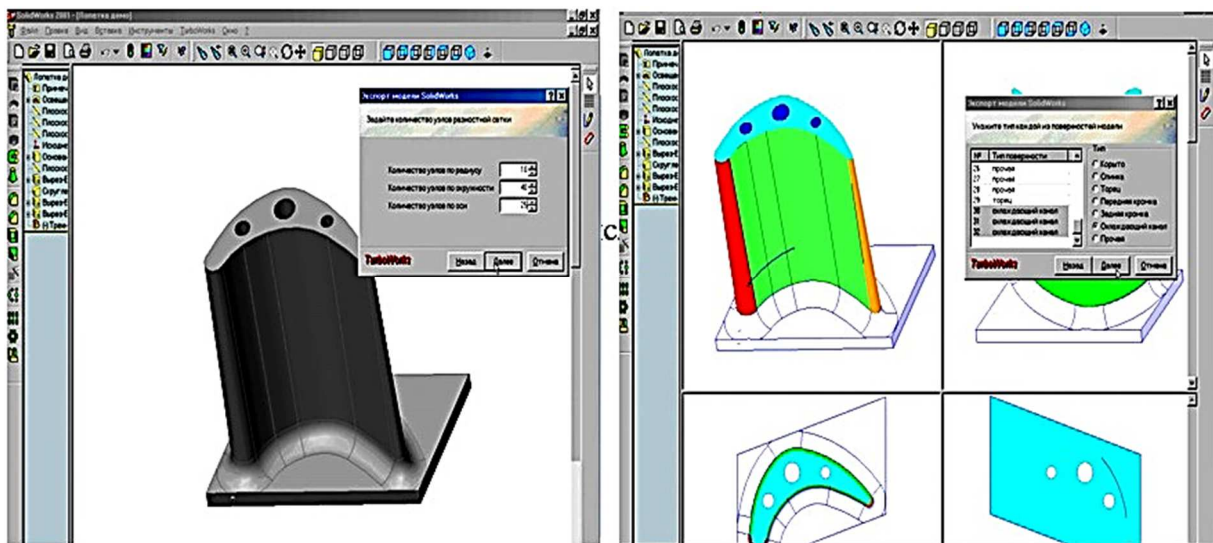


Рисунок 9 – Указание расчетного числа узлов разностной сетки и основных типов поверхности: корыто, спинка, торец, передняя и задняя кромки, охлаждающие каналы

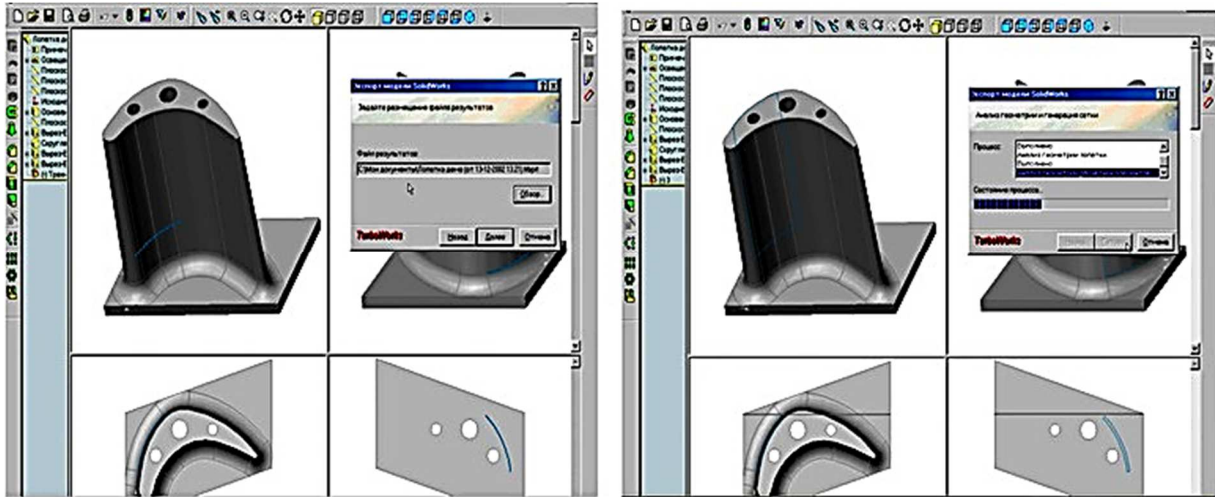
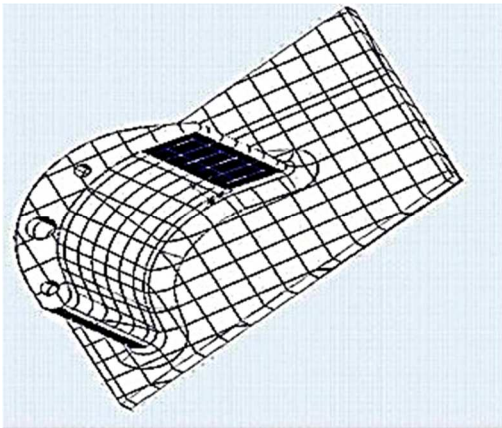
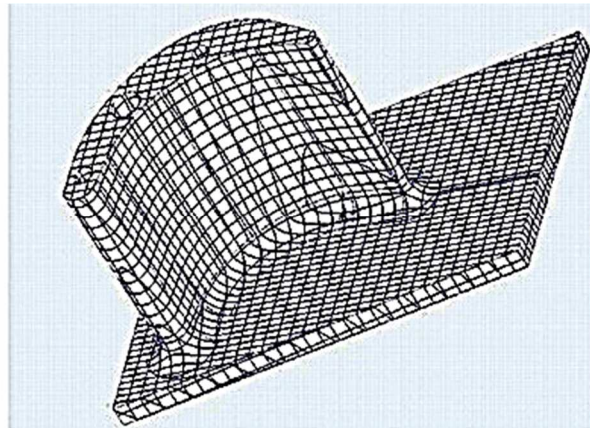


Рисунок 10 – Указание пути сохранения сгенерированной сетки и строка выполнение анализа геометрии и создания сетки

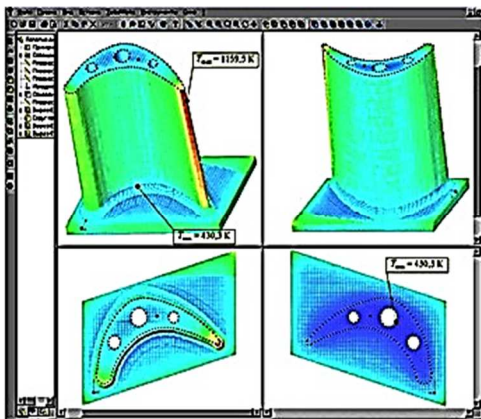


а)

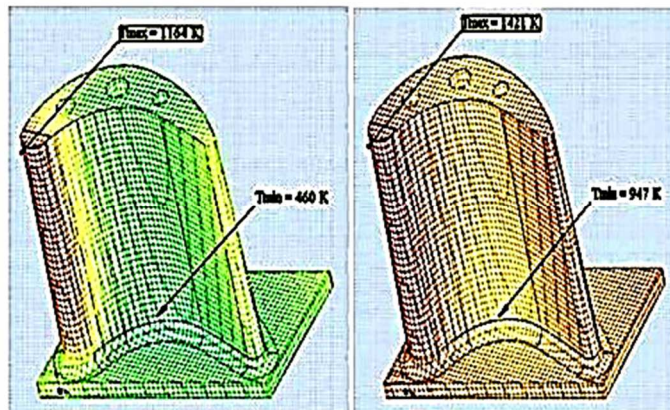


б)

Рисунок 11 – а) Сгенерированная расчетная сетка с 3000 элементами (10-15-20); б) Сгенерированная расчетная сетка с 4000 элементами (20-45-50)



а)



б)

Рисунок 12 – а) Процесс задания граничных условий; б) Тепловая картина лопатки (80000 элементов)

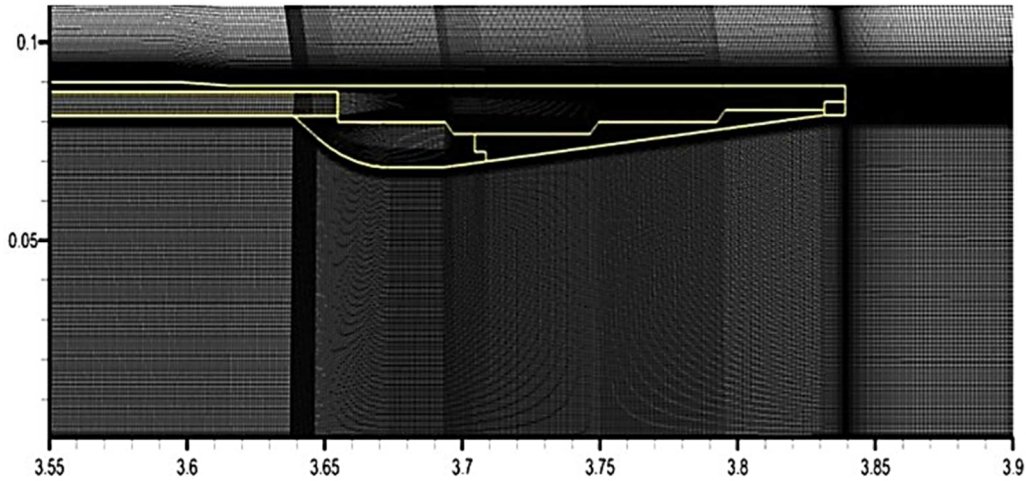


Рисунок 13 – Участок расчетной области, прямогочного двигателя твердого топлива

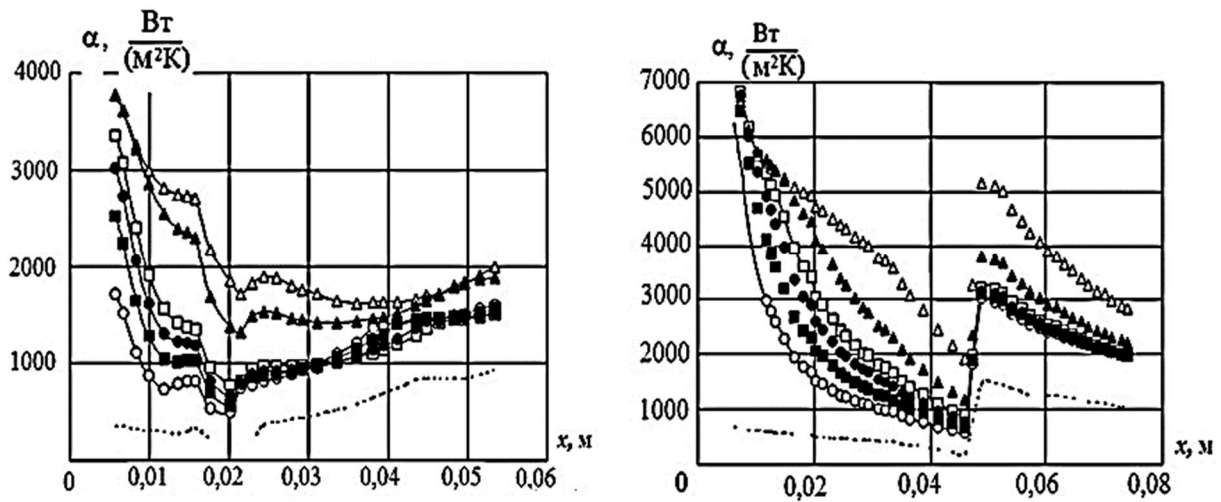


Рисунок 14 – Влияние количества отверстий в демпфирующих полостях корыта на коэффициент теплоотдачи в зоне завесы: о – $n = 0$

Таким образом, анализ геометрии лопатки и создание разностной сетки разделяется на три стадии: производится генерация узлов разностной сетки, анализируется геометрия лопатки и геометрия расчетных элементов.

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. – 224 с.
2. Панков В.П. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.
3. Панков В.П. Исследования сплавов и покрытий лопаток турбин газотурбинных двигателей в процессе эксплуатации / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 5 (137). – С. 36–40.
4. Панков В.П. Исследования комбинированных жаростойких покрытий лопаток турбин газотурбинных двигателей / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 3(135). – С. 26–30.
5. Исследование закономерностей формирования диффузионных покрытий, нанесенных хромоалитированием в вакууме / В.П. Панков, И.С. Арустамова, М.В. Степанова, А.Б. Фурсина, М.М. Арутюнян // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 10(190). – С. 460–467.
6. Медведев В.И. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Техническое регулирование. История. Развитие. Закон : монография / В.И. Медведев, В.П. Панков, В.В. Терехов, Д.В. Панков; Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 550.

7. Исследование закономерностей формирования диффузионных покрытий, нанесенных хромоалитированием в вакууме / В.П. Панков, И.С. Арустамова, М.В. Степанова, А.Б. Фурсина, М.М. Арутюнян // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 10(190). – С. 460–467.
8. 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.
9. Панков В.П. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных методов хромоалитирования в вакууме / В.П. Панков, В.Д. Ковалев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 2(182). – С. 85–92.
10. 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 621.794

**НАПЛАВКА МЕТАЛЛА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ ГТД**



**METAL SURFACING FOR THE RESTORATION OF WORN PARTS
OF AVIATION GAS TURBINE ENGINES**

Барболин В.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Лямзаев М.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Рачук И.П.

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

Аннотация. Рассмотрены различные способы наплавки, отличающиеся друг от друга методами плавления и составами сварочной среды: электродуговые, газопламенные, плазменные, лазерные, индукционные и другие.

Ключевые слова: электрод, горелка, плазма, флюс, износостойкость, чугун, сталь, наплавка, плазмотрон.

Barbolin V.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Lyamzaev M.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Rachuk I.P.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Pankov V.P.

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

Abstract. Various methods of surfacing that differ from each other by melting methods and compositions of the welding medium are considered: electric arc, gas flame, plasma, laser, induction and others.

Keywords: electrode, burner, plasma, flux, wear resistance, cast iron, steel, surfacing, plasma torch.

Н аплавка металла применяется для восстановления геометрии изношенных деталей машин и механизмов, формирования упрочняющих слоев металла на поверхности изделий и создания биметаллических структур. По своей сути наплавка – это один из видов сварочных технологий, т.к. она основана на тех же физических и технологических принципах, что и традиционные виды сварки. Для восстановления и защиты поверхностей деталей с помощью слоя расплавленного металла используют различные способы наплавки, отличающиеся друг от друга методами плавления и составами сварочной среды: электродуговые, газопламенные, плазменные, лазерные, индукционные и другие [1, 2].

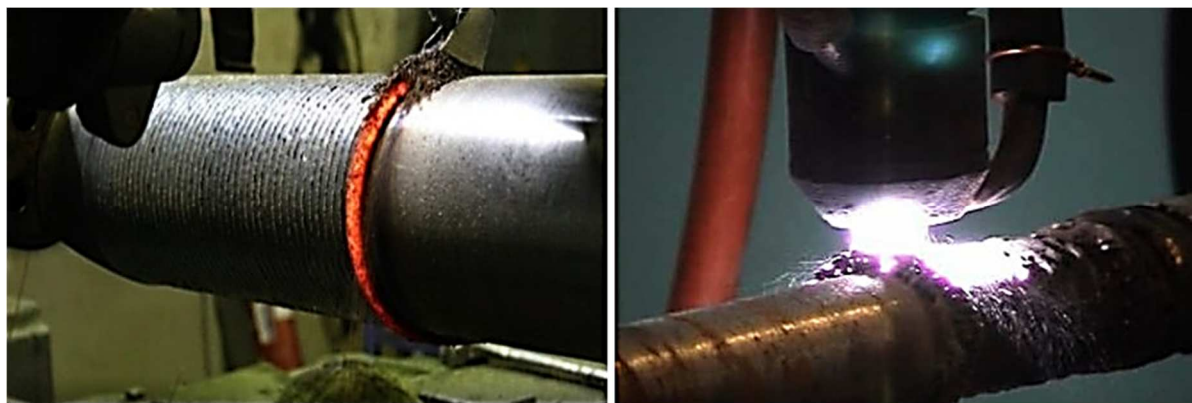
Сущность наплавки состоит в равномерном нанесении узких полос расплавленного металла на поверхность детали таким образом, чтобы они соединились в сплошной металлический слой заданной толщины. При нанесении защитных покрытий он может составлять десятые доли миллиметра, а при восстановлении изношенных деталей – до десяти миллиметров [3, 4]. В последнем случае должна быть обеспечена толщина припуска, достаточная для механической обработки детали (обточки, расточки или фрезеровки) до требуемого размера [5]. Перед механообработкой наплавленный слой, как правило, отжигают, а после подвергают закалке с отпуском.

Большинство наплавочных технологий разработано для восстановления изделий из стали и чугуна.

Выделяются следующие виды наплавки: электродуговая, вибродуговая, газопламенная, плазменная, лазерная, индукционная, электрошлаковая, электроискровая [6, 7, 8, 9, 10].

Электродуговая наплавка (рис. 1а). Чаще всего для наплавления металла применяют традиционное электродуговое оборудование. При ручной дуговой наплавке это стандартные выпрямители и инверторы постоянного тока, подключенные плюсом на электрод, а минусом – на деталь. Такая схема включения используется для снижения глубины проплавления и общего нагрева изделия. Вручную металлы наплавляют как штучными обмазанными электродами, так и с помощью аппаратов с не расходующимися электродами и полуавтоматов с защитной средой из газа. Ручная электродуговая наплавка угольными электродами с использованием порошковых смесей применяется для создания упрочняющих поверхностных слоев. В этом случае для обеспечения устойчивого плавления металла в присадочном порошке применяют включение с прямой полярностью (плюс на детали), повышающее нагрев поверхностного слоя изделия. В составе механизированного наплавочного оборудования обычно используют сварочные полуавтоматы с подачей сплошной или порошковой проволоки, позволяющей вести работу под флюсом. Такие установки имеют высокую производительность и обеспечивают высокое качество наплавленной поверхности. Основному процессу предшествует зачистка металла с помощью прямошлифовальной машинки и разогрев места наплавления газовой горелкой. В качестве присадочного материала используется наплавочная проволока с омеднением.

Вибродуговая наплавка (рис. 1б). Вибродуговая наплавка применяется для нанесения металла толщиной менее одного миллиметра с минимальным нагревом верхнего слоя основы. Эта технология представляет собой прерывистый сварочный процесс, во время которого электрод совершает колебательные движения в осевом направлении с частотой до ста герц и амплитудой от 0.3 до 3 мм. В результате таких колебаний время существования дуги составляет около одной пятой от времени всего рабочего цикла и на поверхность переносится малое количество металла. Поэтому глубина провара получается небольшой, а тепловое воздействие на основную деталь – минимальным.



а)

б)

Рисунок 1 – Электродуговая наплавка (а); вибродуговая наплавка (б)

Вибродуговое наплавление выполняют с помощью полуавтоматов, оснащенных специальными электромеханическими устройствами прерывистой подачи, при этом используется проволока для наплавки диаметром $1.6 \div 2$ мм. Процесс наплавления осуществляется в защитной среде из газа, водных растворов или пены.

Газопламенная наплавка (рис. 2а) считается самым простым и доступным способом наплавления металла, при котором источником тепла служит пламя горящего ацетилена или пропан-бутановой смеси. В качестве присадочного материала обычно применяется сварочная проволока или прутки, которые подаются в зону сварки ручным или механизированным способом, а для флюсов чаще всего используют смеси на основе буры и борной кислоты. Детали небольшого размера наплавляют без предварительного разогрева, а крупные перед наплавкой необходимо нагревать до температуры не менее 500 °С. Кроме проволоочных и прутковых присадок, при газопламенном

наплавлении также используют порошковые, которые направляются в газовую струю из специального накопителя, плавятся в потоке пламени и в виде мелких капель металла оседают на поверхности детали.

Плазменная наплавка (рис. 2б) выполняется на специальных сварочных аппаратах, которые называются плазмотронами. Главным элементом такого оборудования является специальная горелка, в которой формируется поток газовой плазмы, достигающий температуры в несколько десятков тысяч градусов. При плазменной наплавке применяют традиционные присадочные материалы, в том числе и гранулированные смеси, которые подают в рабочую зону механизированным способом. Этот вид наплавочной технологии характеризуется небольшой глубиной проплавления основной детали в сочетании с качественной структурой наплавленного слоя металла.

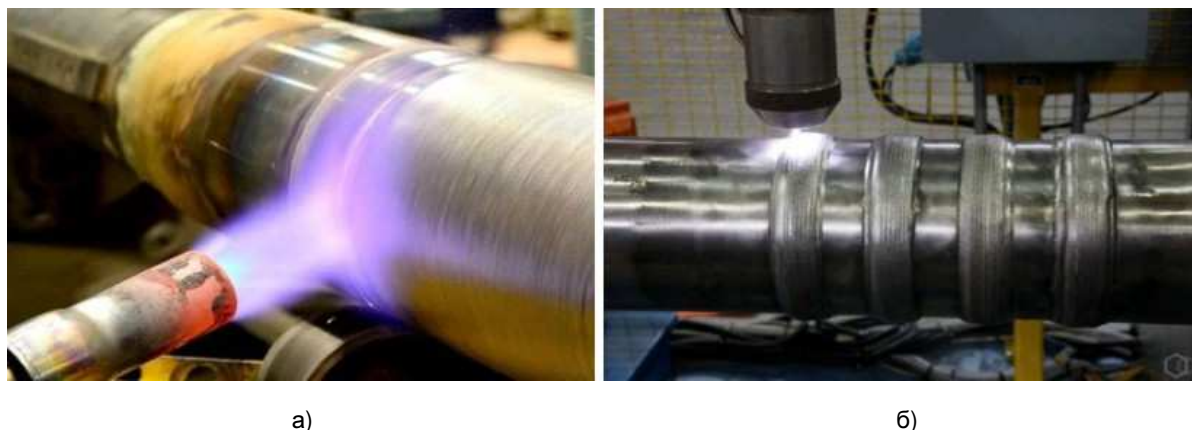


Рисунок 2 – Газопламенная наплавка (а); плазменная наплавка (б)

Электрошлаковая наплавка (рис. 3а) – это термический процесс, при котором источником нагрева гранулированной присадочной смеси, наносимой на поверхность детали, является шлаковая ванна. Такое устройство представляет собой небольшую емкость с кристаллизатором, перемещаемую вдоль поверхности базовой детали. Сверху в нее опускается плавящийся электрод или подается гранулированная присадка, при этом плавление металла происходит под слоем шлака и флюса, защищающего зону наплавления от нежелательного воздействия атмосферных газов. Вертикальное расположение шлаковой ванны способствует всплыванию пузырьков газа и частиц шлака, что способствует уменьшению количества пор и твердых включений в наплавленном металле. Кроме того, шлаковый слой защищает от разбрызгивания металла и сохраняет тепло рабочей зоны, поэтому эта технология характеризуется пониженным энергопотреблением. Одними из немногих ее недостатков являются повышенная сложность технологического процесса и невозможность работы с деталями малого размера и сложной конфигурации.

Лазерная наплавка (рис. 3б) работает по тому же принципу, что и порошковые плазменная и газопламенная. Здесь также создается поток присадочного материала из порошка с соединениями металлов и флюса, только его расплавление производится при помощи сфокусированного луча лазера. Основным элементом лазерных установок является специальная головка с соплом, в котором образуется нагретый лазером поток газа, и порошковым инжектором, впрыскивающим в этот поток присадочный порошок.

По сравнению с другими видами наплавочных технологий лазерная наплавка характеризуется высокой точностью и стабильностью технологических режимов.

Индукционная наплавка (рис. 4а) основана на расплавлении присадочного материала и верхнего слоя металла вихревыми токами, наводимыми на поверхность изделия с помощью высокочастотного поля. Для этого на участок детали, предназначенный к наплавлению металлом, вначале наносится слой присадочного материала с флюсом. Затем над ним на небольшом расстоянии размещается индуктор, представляющий собой несколько витков медной трубки или шинки, на которую подается высокочастотное напряжение. Глубина проплавления металла базовой детали зависит от

частоты тока индуктора: чем выше частота, тем на меньшую глубину проникают вихревые токи. Этот метод наплавления имеет одну из самых высоких производительностей и обеспечивает минимальный нагрев металла изделия.

Электроискровая наплавка (рис. 4б) – это одна из разновидностей электроэрозионной обработки, основанной на воздействии кратковременных электрических разрядов на поверхность металлического изделия.



а)

б)

Рисунок 3 – Электрошлаковая наплавка (а); лазерная наплавка (б)



а)

б)

Рисунок 4 – Индукционная наплавка (а); электроискровая наплавка (б)

Основные элементы электроискровой установки – это электромагнитный осциллятор и электрод, из которого при искровых разрядах вырываются частицы металла. Поскольку ионы металлов обладают положительным зарядом, электрод подключается к плюсу, а деталь – к минусу. С помощью электроискрового метода наносят покрытия толщиной от нескольких микрон до 0.5 мм. При этом наплавленный металл получается плотным и мелкопористым, что способствует хорошему удержанию масла на поверхностях трения.

Одно из главных достоинств этой технологии – практически полное отсутствие нагрева обрабатываемой поверхности, что позволяет избежать деформации изделия и изменения структуры металла.

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. – 224 с.
2. Панков В.П. Материаловедение и технологические процессы в сервисе / В.П. Панков, В.Е. Жидков. – Ставрополь : ООО «Мысль», 2012. – 337 с.

3. Исследование электропроводности плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 2(146). – С. 92–96.
4. Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне / В.П. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174–179.
5. Медведев В.И. Метрология. Стандартизация. Сертификация. Техническое регулирование. История. Развитие. Закон : монография / В.И. Медведев, В.П. Панков, В.В. Терехов, Д.В. Панков; Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 550.
6. Румянцев С.В. Исследование микроструктуры и свойств наплавленных износостойких материалов / С.В. Румянцев, В.П. Панков // Сборник науч. ст. и материалов XI Международной науч.-практ. конф. «Научные чтения им. профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар, 2021. – С. 13–19.
7. Исследование режимов обработки вальцов мукомольных мельниц с нанесенным покрытием / В.П. Панков, А.И. Шаталов, В.А. Соловьев, Л.К. Григорьян, М.Н. Худолеев // НаукаПарк. – 2015. № 2(32). – С. 58–62.
8. 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.
9. Панков В.П. Исследование диффузионных покрытий, нанесенных методами хромоалитирования в вакууме / В.П. Панков, В.Д. Ковалев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2020. – Т. 16. – № 2(182). – С. 85–92.
10. Панков В.П. Износостойкие плазменные покрытия / В.П. Панков, А.В. Баженов, С.В. Румянцев, Д.В. Панков. – Краснодар, 2022.

УДК 621.396.6

**ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СПЕКТРОВ СИГНАЛОВ
В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ**



**POSSIBILITIES OF MODELING SIGNAL SPECTRA
IN RADIOELECTRONIC SYSTEMS**

Бухонский М.И.

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

Дейкун Г.И.

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

Дейкун Д.Г.

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

Аннотация. В статье представлены результаты моделирования изменения параметров спектров импульсных сигналов при их обработке в радиоэлектронной системе. Математическая модель на языке Delphi позволяет проводить анализ временного представления сигнала в виде ряда Фурье и его амплитудно-частотного спектра для оценки границ контролируемой зоны.

Ключевые слова: радиоэлектронный сигнал; моделирование; спектр сигнала; импульсный сигнал; экспериментальная модель.

Bukhonsky M.I.

Ph.D. in Technical Sciences,
Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Deykun G.I.

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

Deykun D.G.

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

Abstract. The paper presents the results of modeling the changes in the parameters of the spectra of pulse signals during their processing in a radioelectronic system. The mathematical model in Delphi language allows analyzing the time representation of the signal in the form of Fourier series and its amplitude-frequency spectrum to estimate the boundaries of the controlled area.

Keywords: radio-electronic signal; modeling; signal spectrum; pulse signal; experimental model.

При обработке импульсных сигналов в радиоэлектронных системах (РЭС) приёма, передачи и обработки информации возникают побочные электромагнитные излучения (ПЭМИ) и наводки. Источниками опасных сигналов могут быть наводки ПЭМИ на цепи электропитания [3]. Известно, что границы зоны РЭС (радиус и координаты её центра) могут быть определены на основании данных о спектральной плотности шума и результатов измерения спектральных составляющих информативных сигналов за счёт побочного излучения средств вычислительной техники. Поэтому моделирование процессов преобразования спектров сигналов в электронных устройствах РЭС имеет важное прикладное значение.

Пример моделирования временного и частотного представления периодической последовательности прямоугольных импульсов в программе «Спектр» представлен рисунке 1.

Примеры моделирования частотной избирательности последовательности прямоугольных импульсов с известными параметрами через низкочастотную цепь (прототип фильтра нижних частот – ФНЧ) приведены на рисунках 2 и 3.

Разработанная модель позволяет проводить анализ изменения частотных составляющих преобразуемого сигнала, при его прохождении через различные частотно-избирательные цепи в авиационных РЭС при заданных (известных) параметрах их полосы пропускания. Исследуем частотные изменения спектра сигнала при прохождении через дифференцирующую цепь [1]. Экспериментальная модель в среде Electronics Workbench (EWB) для проведения исследования представлена на рисунке 4.

Результаты моделирования преобразования периодической импульсной последовательности на выходе дифференцирующей цепи при скажности $q = 5$ представлены на рисунке 5.

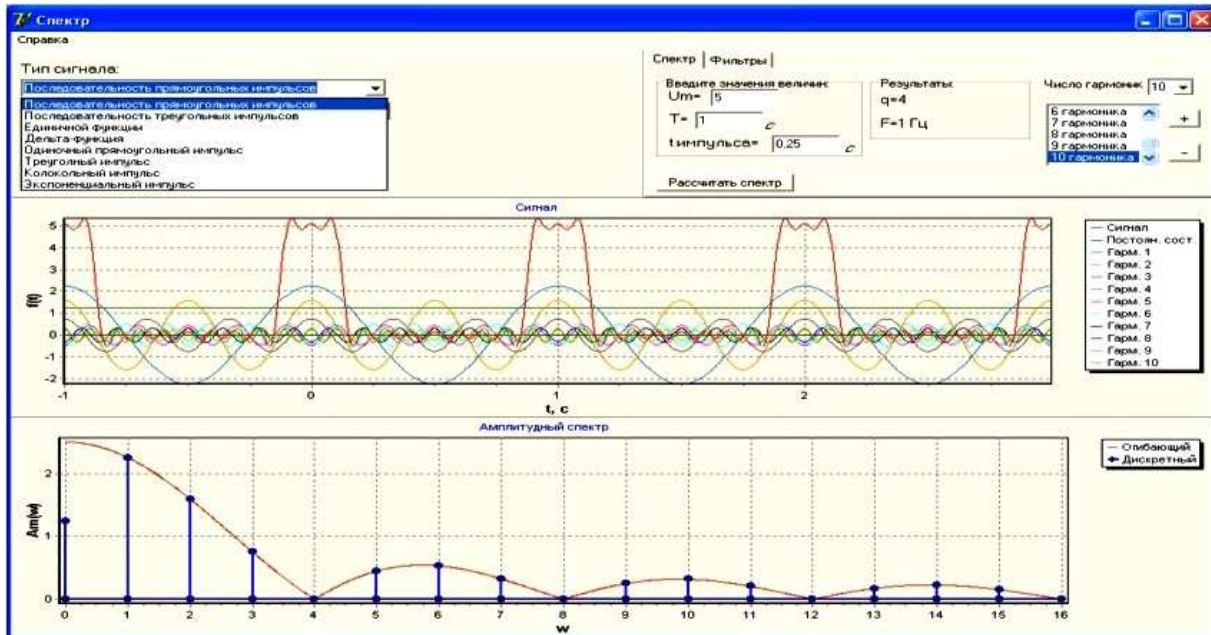


Рисунок 1 – Моделирование временного и частотного представления

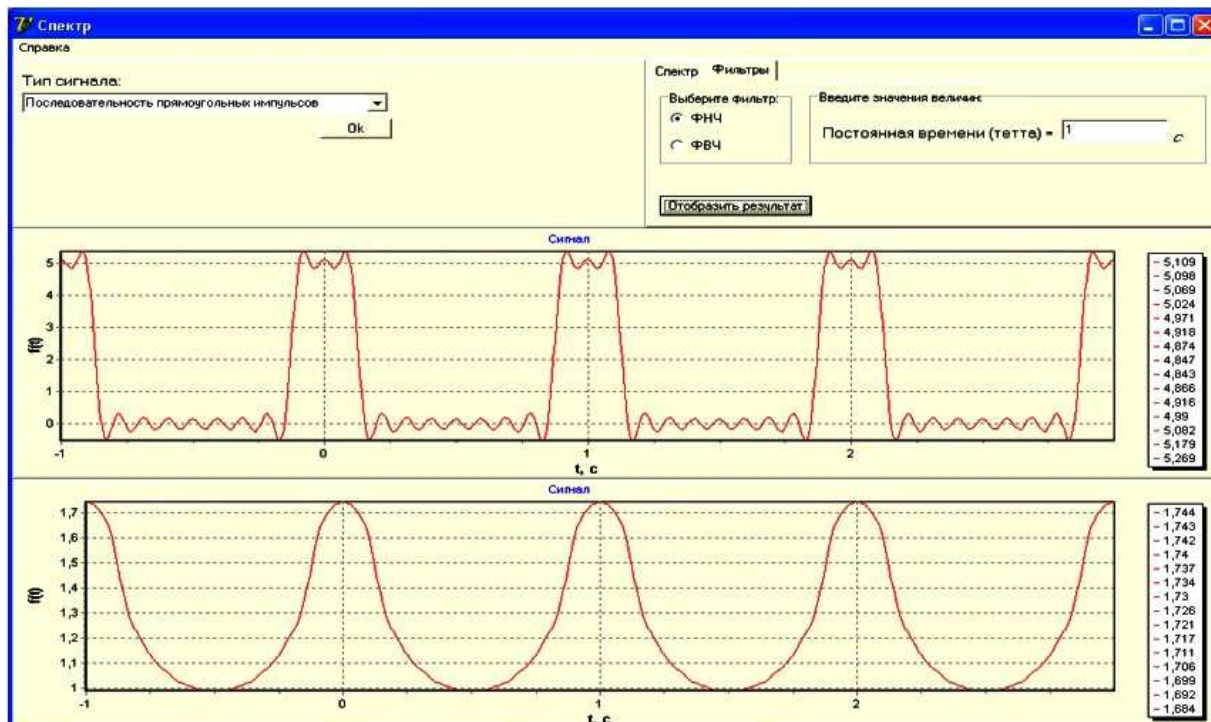


Рисунок 2 – Моделирование частотной избирательности последовательности

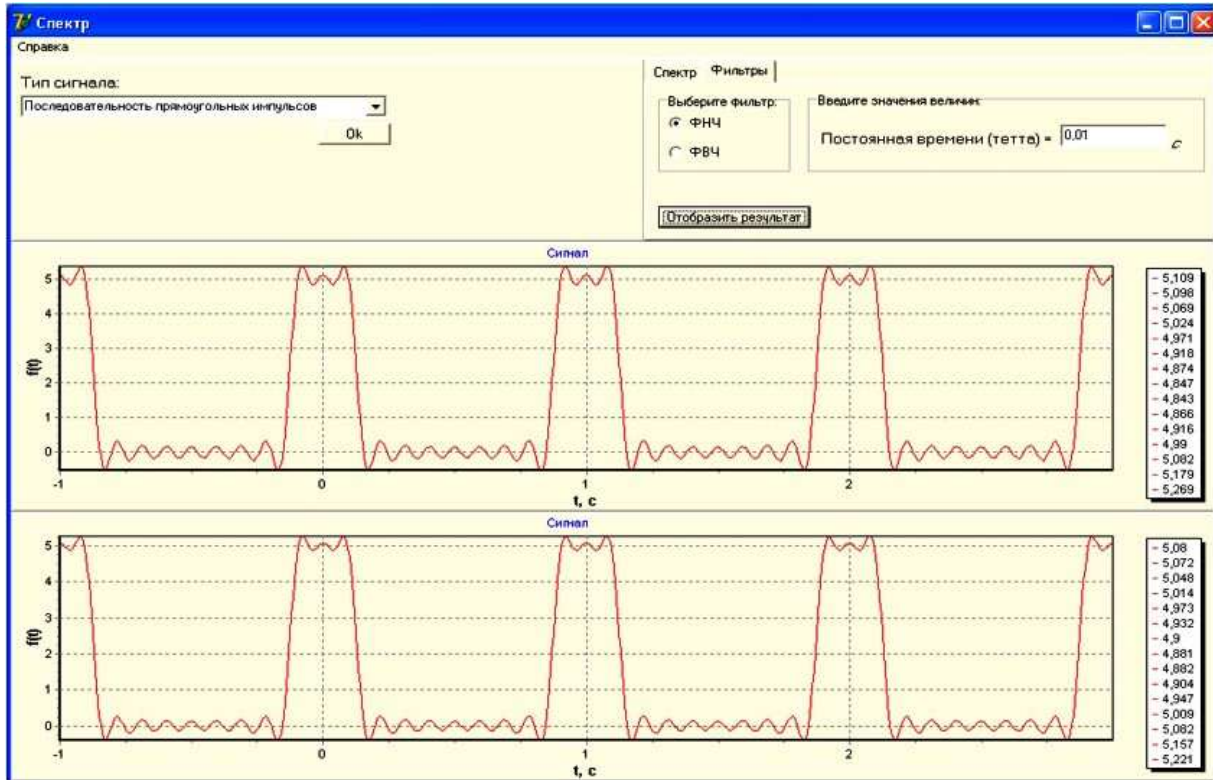


Рисунок 3 – Моделирование частотной избирательности последовательности

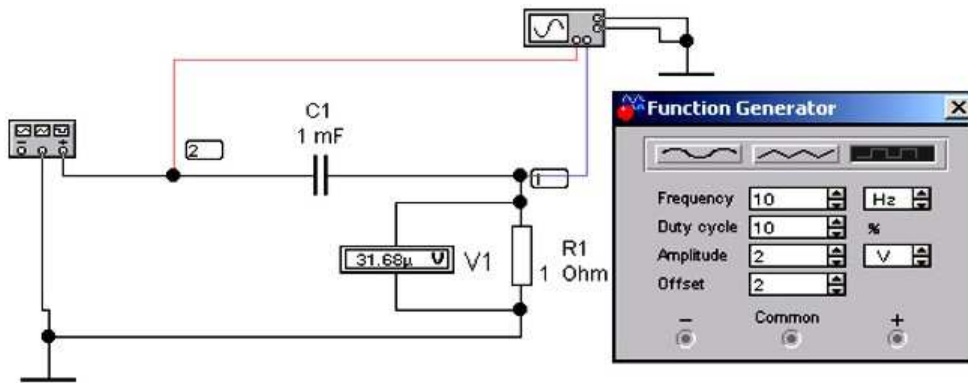


Рисунок 4 – Экспериментальная модель для проведения исследований

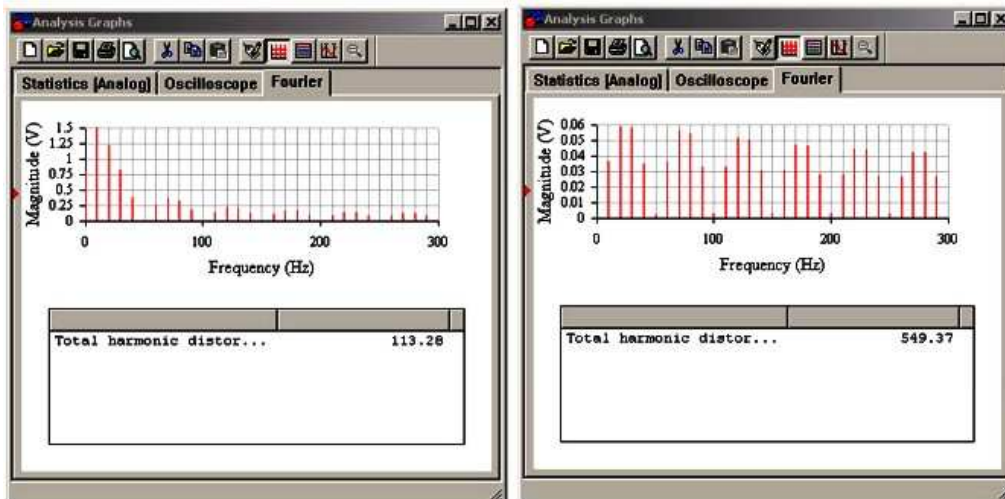


Рисунок 5 – Спектры входного и выходного сигнала при $q = 5$

Результаты моделирования наглядно показывают, что в спектре выходного сигнала преобладают высокочастотные составляющие, поэтому не контролируемые излучения РЭС могут возникать на частотах, значительно превышающих частоту основной (первой) гармоники [2].

Таким образом, анализ спектрального состава излучений РЭС позволяет выявить их характерные демаскирующие признаки и оценить параметры:

- оптимальную полосу спектра сигнала и его длительность по оценке «нулей» в амплитудно-частотном спектре;
- период повторения импульсной последовательности по измерению расстояния между спектральными составляющими спектра;
- скважности импульсной последовательности по вычисленным значениям периода повторения и длительности импульсов периодической импульсной последовательности.

Полученные данные по результатам моделирования позволяют выполнить предварительную оценку энергетических параметров ПЭМИ (среднюю и импульсную мощности) РЭС.

$$z = \left(\sum_i \left(\frac{\Delta_i}{\delta} \right)^2 \right)^{-\frac{1}{2N}},$$

где Δ_i отношение сигнал/шум при измерениях спектральной составляющей побочного сигнала и спектральной плотности шума на одном и том же расстоянии от источников сигнала и шума:

$$\Delta_i = \frac{E_i(f)}{E_{\text{ш}}(f) \sqrt{F}}$$

где F – тактовая частота тестового сигнала; δ – норма на максимально допустимое отношение сигнал/шум.

Из формулы следует, что при $z > 1$ окружность ограничивает незащищенную зону вблизи источника сигнала РЭС, а при $z < 1$ – защищенную область вблизи источника шума.

Наиболее значимым оцениваемым параметром по спектру сигнала является установление длительности импульсных сигналов, что в свою очередь позволяет определить предельные значения отношения сигнал/шум на входе приемника РЭС.

Выводы:

1. Результаты моделирования наглядно отражают физическую сущность спектрального и временного представления информативных сигналов.
2. Разработанная математическая и экспериментальные модели позволяют проводить спектральный и временной анализ сигналов при их обработке в РЭС.

Список литературы:

1. Бухонский М.И. Исследование возможностей сохранения и расширения функциональности лабораторных комплексов ЭЛБ-м и ЭМ-1 при импортозамещении их элементной базы / М.И. Бухонский, Г.И. Дейкун, Д.Г. Дейкун // XIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 62-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос: Сборник научных статей конференции, Краснодар, 19–20 апреля 2023 года. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – С. 35–40.
2. Тельнов Г.В. Моделирование спектров сигналов для анализа каналов утечки информации в ТСПИ / Г.В. Тельнов, М.И. Бухонский // Информационная безопасность – актуальная проблема современности. Совершенствование образовательных технологий подготовки специалистов в области информационной безопасности. – 2010. – № 1(1). – С. 9–14.
3. Теория вероятностей и пространство выборок / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, М.В. Степанова, А. Али; Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского: Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции, Краснодар, 18–19 декабря 2019 года. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2020. – С. 140–145.

УДК 62

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СРЕДСТВ РЭБ ВЕРОЯТНОГО ПРОТИВНИКА



**ANALYSIS OF THE CAPABILITIES
OF ELECTRONIC WARFARE OF A LIKELY ENEMY**

Гимбицкий В.А.

кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
gimva@yandex.ru

Гимбицкая Л.А.

кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
ludgim@yandex.ru

Бойко С.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Gimbetskij V.A.

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

Gimbetskaja L.A.

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

Boyko S.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В данной статье проведен анализ радиоэлектронных средств вероятного противника, которые могут использоваться для радиоэлектронной борьбы, а также представлена характеристика средств РЭБ вероятного противника. Рассмотрены возможности специальных самолетов РЭБ, предназначенных для разведки и подавления РЭС из зон и боевых порядков нападающей авиации из состава ударной группировки. Приведена классификация большого разнообразия РЭС ПВО противника по различным признакам. На основе приведенной классификации разнообразия РЭС ПВО противника по различным признакам определены основные характеристики РЭС, которые являются объектами РЭБ. На основе проведенного анализа авторами показаны основные пути и направления, по которым рекомендуется достигать цели радиоэлектронной борьбы.

Ключевые слова: объекты радиоэлектронной борьбы, радиоэлектронные средства, радиоэлектронное подавление, преднамеренные помехи, помехозащищенность, РЛС дальнего обнаружения, РЛС обнаружения низколетящих целей, РЛС подсвета цели, радиоэлектронной и радиотехнической разведки.

Abstract. This article analyzes the radio-electronic means of the probable enemy, which can be used for electronic warfare, and also presents the characteristics of the electronic warfare means of the probable enemy. The possibilities of special electronic warfare aircraft designed for reconnaissance and suppression of RES from the zones and combat formations of attacking aircraft from the strike group are considered. The classification of a wide variety of enemy air defense systems according to various characteristics is given. Based on the above classification of the diversity of the enemy's air defense RES, the main characteristics of the RES, which are objects of electronic warfare, are determined by various characteristics. Based on the analysis, the authors show the main ways and directions in which it is recommended to achieve the goal of electronic warfare.

Keywords: electronic warfare objects, electronic means, electronic suppression, intentional interference, noise immunity, long-range detection radar, low-flying target detection radar, target illumination radar, electronic and radio intelligence.

Радиоэлектронная борьба (РЭБ) – разновидность вооружённой борьбы, в ходе которой осуществляется воздействие радиоизлучениями (радиопомехами) на радиоэлектронные средства систем управления, связи и разведки противника в целях изменения качества циркулирующей в них военной информации, защита своих систем от аналогичных воздействий, а также изменение условий (свойств среды) распространения радиоволн [1].

Радиоэлектронной борьбе принадлежит большая роль, как в мирное, так и в военное время, т.е. при ведении боевых действий. Она не объявляется и никогда не пре-

кращается, не знает ограничений в пространстве и времени, охватывает все масштабы военной деятельности.

Таким образом, радиоэлектронная борьба (РЭБ) – это комплекс мероприятий, проводимых в целях выявления и последующего радиоэлектронного подавления (РЭП) радиоэлектронных средств (РЭС) и систем противника, а также в целях радиоэлектронной защиты (РЭЗ) РЭС и систем своих войск.

РЭБ в ВВС организуется и проводится с целью снижения эффективности воздействия средств ПВО противника на истребительную авиацию при решении ее основных задач, а также обеспечения устойчивой работы бортовых РЛС и систем управления вооружением.

За рубежом применяются специальные самолеты РЭБ, предназначенные для разведки и подавления РЭС из зон и боевых порядков нападающей авиации и состава ударной группировки. Самолеты ВВС и авиации ВМС оборудованы:

- контейнерными средствами РЭБ;
- средствами индивидуальной защиты, предназначенными для подавления РЭС управления групповой защиты,
- средствами для подавления РЛС обнаружения, целеуказания, наведения, радиосвязи, а также для подавления средств управления зенитными ракетами и истребительной авиации [1].

Стратегические бомбардировщики типа В-52, В-1, FB-111, «Мираж-IV» имеют: средства активных маскирующих и имитирующих помех; автоматы для выбрасывания дипольных отражателей и ИК ловушек; ракеты с дипломными отражателями, выстреливаемые вперед по курсу самолета; станции предупреждения об облучении самолета радиолокационными и инфракрасными средствами наведения ракет; станции предварительной радиоразведки.

Так, например, комплекс РЭБ самолета В-52 состоит из устройств, способных выявлять и подавлять средства радиолокации и радиосвязи в диапазоне 30-10900МГц.

В состав комплекса входят:

- две-три станции маскирующих и имитирующих помех AIQ-117 и ALQ-122, предназначенные для подавления РЛС ЗРК и зенитной артиллерии, станций перехвата и прицеливания самолетов-истребителей;
- одна - две станции помех ALQ-71, ALQ-726;
- три автомата ALE-24 для выбрасывания дипольных радиоотражателей, их ловушек и передатчиков одноразового использования;
- приемник радиоразведки и приемник предупреждения о радиолокационном обучении;
- два радиоприемника ALR-18 (-19, -20) и один АРК-36;
- приемник инфракрасного излучения АКР-21, -23 для предупреждения экипажей о пуске по самолету ракет.

Кроме того, он может применять ракеты – ложные цели типа SCAD, оборудованные устройствами создания активных и пассивных помех РЛС, и ракеты-ловушки ADR-8A, запускаемые установками ALE-25. На борту самолет может иметь также четыре радиолокационных («Куэйл»), около 100 ИК ловушек и 1000 пачек дипольных радиоотражателей.

Стратегический бомбардировщик В-1 оборудован комплексной системой РЭБ, предназначенной для разведки и подавления РЭС, работающих в диапазоне радиочастот от 50 до 18000МГц. Система состоит из станций активных радиопомех ALQ-167, автоматов ALT-29, станций радиоразведки и предупреждения экипажа о радиолокационном обучении самолета и о пуске по нему ЗУР. Самолет может также применять противорадиолокационные ракеты «Стандарт АРМ». Его ЭПР снижена в 20–50 раз в результате придания обтекаемой формы и применения материалов, поглощающих энергию ЭВМ.

Ударная тактическая авиация, основу которой в объединенных ВВС НАТО составляют самолеты F-111, «Ягуар», F-15, F-16, «Торнадо», оборудована приемниками предупреждения о радиолокационном обучении, контейнерами с аппаратурой активных помех РЛС типа ALQ-27 (ALQ-119, ALQ-131), станциями помех ИК средствами ALQ-

123; автоматами ALE-29 для выбрасывания их ложных целей – ловушек и передатчиков одноразового использования.

Специальные самолеты РЭБ оборудованы средствами РТР и РЭП, способными обнаруживать и подавлять практически все типы РЭС войск ПВО.

Так самолет РЭБ EF-111A оборудован комплексом, состоящим из средств РЛС дальнего обнаружения, наведения и целеуказания, а также управления ЗРК и зенитной артиллерией. В составе комплекса 10 станций шумовых и ответных радиопомех, в том числе для групповой (ALQ-99E) и индивидуальной (ALQ-123, -133, -137) защиты самолетов:

- автомат ALE-40;
- система РТР ALR-62 для обнаружения сигналов РЛС, предупреждения об облучении самолета и наведения станций радиопомех;
- аппаратура анализа радиосигналов и управления средствами РЭП.

Техника РЭП массой 2721.5кг установлена в фюзеляже, что позволяет сохранить высокие летно-тактические характеристики самолета, благодаря чему он может действовать не только в зонах, но и в боевых порядках ударной авиации. Аппаратура РТР смонтирована в контейнерах.

Управление средствами радиоразведки и РЭП самолета EF-111A может осуществляться автоматически с помощью ЭВМ, полуавтоматически или вручную оператором. при полете самолета в зоне над своей территорией его средства активных радиопомех могут подавлять одновременно несколько наземных РЛС на дальности 175–200 км от линии боевого соприкосновения войск сторон.

По подсчетам зарубежных специалистов, применение самолетов РЭБ групповой защиты может снизить потери ударной авиации от воздействия истребителей на 70 %, от зенитных ракет – на 30 %.

Возможности по разведке и подавлению РЭС систем ПВО значительно расширились после разработки дистанционно пилотируемых летательных аппаратов, представляющих собой беспилотные самолеты, планеры и управляемые ракеты. В РЭБ они используются для разведки РЭС, целеуказания, ретрансляции сигналов, рассеивания дипольных радиоотражателей, выбрасывания передатчиков одноразового использования, создания активных помех, выполнения демонстративных действий и других задач. Управляются они по линиям телеуправления или инерционными навигационными средствами, причем по радио могут одновременно управляться несколько десятков ДПЛА.

Беспилотные самолеты РЭБ, разработанные за рубежом, по сравнению с пилотируемыми самолетами обладают более высокими маневренными возможностями, повышенной живучестью и оперативностью, могут применяться в районах, плотно защищенных средствами ПВО, в очагах радиоактивного заражения, в любых условиях видимости и быстроменяющейся обстановки, не требуют дорогостоящих аэродромов. Применяемые при постройке беспилотных самолетов пластмассы, стекловолокно и радиопоглощающие материалы снижают (до 0.1 м²) их ЭПР, уменьшают видимость и уязвимость.

Беспилотный самолет AQV-34V может нести два подкрыльевых контейнера по 230 кг с автоматами ALE-38. В его носовой части установлено пять станций шумовых радиопомех, способных работать в диапазоне от 800 до 3000МГц и аппаратура РТР. Управление им осуществляется радиосистемой APC, состоящей из маяка-ответчика, приемника команд и передатчика телеметрических данных.

В настоящее время разрабатывается единая интегральная система РЭП для перспективных тактических самолетов I EWS, предназначенной для замены многих типов контейнерных станций единой встроенной универсальной системой.

Система I EWS должна автоматически с помощью ЭВМ оценивать радиоэлектронную обстановку, определять очередность подавления РЭС, выбирать оптимальные виды помех и контролировать эффективность их воздействия. Универсальность системы достигается в результате использования модульной конструкции и быстрого изменения программ процессора, управляющего средствами РЭП для подавления перспективных РЛС различного назначения в диапазоне до 150 ГГц. Ее средства предполагается строить на сверхскоростных интегральных элементах с использованием ЭВМ,

имеющих быстродействие до 3 млн опер./с, и отдельных элементов искусственного интеллекта. Считается, что система будет автоматически адаптироваться к быстрым изменениям радиоэлектронной обстановки. Ставится задача в 5 раз повысить надежность системы по сравнению с существующими.

В перспективе предполагается разработать для авиации многоцелевые автоматические, управляемые с помощью ЭВМ, радиоэлектронные системы, предназначенные для решения задач радионавигации самолетов, опознавания, связи, предупреждения экипажей об угрозе, РЭП и управления средствами поражения.

Радиоэлектронная защита – составная часть радиоэлектронной борьбы, направленная на обеспечение устойчивой работы радиоэлектронных средств (РЭС) в условиях воздействия преднамеренных радиопомех противника, электромагнитных излучений оружия функционального поражения, электромагнитных и ионизирующих излучений, возникающих при применении ядерного оружия, а также в условиях воздействия непреднамеренных радиопомех.

Основу РЭС составляют [2]:

- для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) РЭС комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение помехоустойчивости РЭС в условиях воздействия на них непреднамеренных помех;
- для защиты РЭС от преднамеренных помех комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение помехозащищенности РЭС в условиях воздействия на них преднамеренных помех;
- для защиты РЭС от электромагнитных и ионизирующих излучений комплекс организационных и технических мероприятий по обеспечению надежности функционирования РЭС в условиях воздействия на них излучений, приводящих к функциональному поражению элементной базы;
- для защиты от воздействия ложных сигналов комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на восприятие противнику возможности ввода в системы и средства информации (сообщений) при передаче им ложных сигналов.

Радиоэлектронная защита обеспечивается применением технических способов и средств индивидуальной защиты РЭС, проведением организационных мероприятий по повышению помехоустойчивости РЭС и группировок войск. Технические методы борьбы с помехами заложены в методиках передачи, приема и обработки сигналов, используемых в РЭС, а также в специальных схемах и устройствах защиты и реализуются при применении РЭС. Организационные мероприятия определяют порядок использования РЭС.

Организационные мероприятия борьбы с помехами:

- планирование и проведение мероприятий по электромагнитной совместимости РЭС;
- разработка и внедрение мероприятий по быстрому реагированию на изменения в средствах РЭБ противника и способах их боевого применения;
- планирование и проведение мероприятий по скрытию деятельности РЭС.

Технические методы защиты от помех:

- увеличение энергии полезного сигнала;
- предотвращение перегрузки приемника;
- компенсационные методы;
- первичная селекция;
- вторичная селекция;
- третичная селекция.

Под помехозащищенностью РЭС понимается способность РЭС эффективно работать при одновременном ведении противником радиоразведки и создании радиопомех [3].

В целом проблемы защиты РЭС от естественных, взаимных и организованных радиопомех еще далека от своего решения. Однако в настоящее время известно значительное число методов борьбы с отдельными видами и группами помех.

Принципиально защита от естественных, взаимных и организованных помех базируется на отличии структуры и закономерностей изменения параметров, свойственных полезным сигналам и мешающим воздействиям. Она обеспечивается предотвращением перегрузки приемников, компенсацией радиопомех, первичной, вторичной и функциональной селекциями, адаптацией, комплексным исследованием информации и использованием помеховых сигналов в системах, содержащих подавляемые РЭС.

Использование помеховых сигналов в интересах РЭС обеспечивается обычно пассивными измерителями угловых координат целей (например, угломерных устройств пассивных ГСН ракет). Кроме того, режим пассивной пеленгации предусматривается в самолетных, корабельных и наземных РЛС, активных и пассивных ГСН ракет. Известны также пассивные радио взрыватели.

Список литературы:

1. Современная радиоэлектронная борьба. Вопросы методологии. – М. : Радиотехника. 2006. – 424 с.
2. Цветнов В.А. Радиоэлектронная борьба. Радиомаскировка и помехозащита / В.А. Цветнов, В.П. Демин, А.И. Куприянов. – М. : МАИ, 2002. – 240 с.
3. Симонов В.А. Вопросы о применении радиоэлектронной борьбы / В.А. Симонов, А.П. Кислицын. – М. : МАИ, 2003. – 440 с.
4. Медведев Ю.С. Программа формирования индивидуального плана преподавательского состава кафедры и итоговых таблиц по распределению объема рабочего времени по видам деятельности на учебный год. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020618003 / Ю.С. Медведев, М.В. Змиёва, В.В. Терехов. – 2020.
5. Медведев Ю.С. База данных лекционного курса по дисциплине «Информатика» для специальности 25.05.04. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621304 / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов. – 2021.
6. Медведев Ю.С. База данных факультета по учёту контингента обучающихся. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621842 / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов. – 2022.
7. Программа для управления вращением солнечной батареи в направлении положения солнца. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022619678 / Ю.С. Медведев, А.В. Еськов, В.В. Терехов, В.А. Турчин. – 2022.

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ
◆◆◆◆
LOOK INTO THE FUTURE

Короткевич А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Базоев Т.Х.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков,
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Статья посвящена роли тренажной подготовки в системе обучения курсантов авиационных вузов Российской Федерации. Рассмотрены актуальность и экономическая целесообразность ее применения. Представлена концепция дальнейшего развития тренажерных систем для подготовки летчиков.

Ключевые слова: авиационный тренажер, тренажная подготовка, курсант, авиационный вуз, военный летчик.

Korotkevich A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Bazoev T.H.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article is devoted to the role of simulator training in the training system of cadets of aviation universities Russian Federation. The relevance and economic feasibility of its application are considered. The concept of further development of simulator training systems for aviation specialists is presented.

Keywords: aviation simulator, simulator training, cadet, aviation university, military pilot.

В современных условиях развития военной авиации, под влиянием социально-политической обстановки, мы видим усложнение и возрастание напряженности деятельности военных летчиков. Уровень достижений науки, применяемых в авиастроении, значительно превышает знания, получаемых курсантами в ходе обучения в военном вузе. Анализируя летные происшествия, можно сделать вывод, что ошибки в действиях летчика с большой вероятностью ведут к сбоям в работе авиационного оборудования и систем самолета, что, может привести к тяжелым последствиям, в том числе к аварии или катастрофе. Безопасное выполнение полетного задания при возникновении особых случаев в полете в большей степени обусловлено полной и скрупулезной подготовкой летного состава к каждому полету. При слабой подготовке экипажа к действиям в нестандартных ситуациях реагирование на тот или иной отказ авиационной техники может быть не своевременной или, что еще хуже, неправильной и фатальной. В связи с этим, уровень требований, связанных с развитием современных авиационных комплексов и их оборудования, влияют на формирование профессионально-важных качеств будущих военных летчиков.

К сожалению, не всегда есть возможность в ходе реального полета привить умения и навыки, необходимых при решении нештатных ситуаций. Для решения данной проблемы важную роль в обучении курсантов отводится наземной, а, в частности, тренажной подготовке.

Тренажная подготовка курсантов имеет множество преимуществ перед обучением на учебном самолете, особенно, когда речь идет об предотвращении авиационных происшествиях, в которых есть достаточно большой процент человеческой ошибки.

Основные преимущества тренажной подготовки:

- это ее полная безопасность для жизни и здоровья обучающихся;
- высокая эффективность подготовки, которая обеспечивает возможность без ограничений отрабатывать действия, которые опасны при выполнении реального полета, или решить такие задачи в воздухе вообще невозможно без обеспечения безопасности;
- при динамических тренировках на тренажере сводятся на минимум отрицательные последствия неправильных или ошибочных действий, которые курсанты допускают при обучении.

В связи с этим, тренажер становится неотъемлемым техническим средством обучения для повышения уровня подготовки будущих летчиков в военном вузе.

Тренажная подготовка является важным этапом между теоретической и летной подготовкой в процессе обучения курсантов за весь период обучения, начиная от учебного самолета до освоения ими боевых самолетов. Подготовка на тренажерах проводится с целью обучения курсантов приемам пилотирования учебного самолета, правилам ведения радиообмена, технике самолетовождения, работе членов экипажа и их взаимодействия.

Программы обучения на тренажере, формируют у курсантов необходимые умения и навыки:

- грамотно эксплуатировать самолет на всех этапах полета;
- распределять внимание на всех этапах полета;
- правильно эксплуатировать системы и силовую установку учебного самолета на земле и в воздухе;
- правильно действовать в особых случаях в полете.

Современные авиационные тренажеры классифицируются на три основных категории:

- функциональные тренажеры – предназначены для отработки порядка действий с системами управления и авиационным оборудованием учебного самолета;
- специализированные авиационные тренажеры – предназначены для отработки навыков отдельных членов экипажа, привития соответствующих умений и навыков;
- комплексные авиационные тренажеры – предназначены для формирования и отработки полетного задания.

Авиационное тренажеростроение прошло развитие от примитивных устройств до технически сложных комплексов с цифровыми вычислительными системами, подвижными платформами, системами виртуальной реальности и других имитаций полета.

На заре развития тренажеров еще не имел место масштабный характер, основным заказчиком были государственные структуры. В Советском Союзе первые авиационные тренажеры появились на рубеже шестидесятых годов. Вместе с тем, развитие тренажеростроения и их применение для подготовки курсантов летных вузов непрерывно совершенствуются, особенно, когда новые технические решения позволяют имитировать реальный полет.

В зависимости от масштаба решаемых задач и многообразия реализуемых функций различают четыре уровня сложности авиационных тренажеров:

Уровень А: в лучшем случае оснащены самой простой системой подвижности.

Уровень В: размещаются на динамической платформе с тремя степенями свободы.

Уровни С и D: разработаны на платформе с шестью степенями свободы, что позволяет обучающимся ощущать перегрузки, а также угловые ускорения по всем трем осям.

Также хочется отметить ряд преимуществ тренажеров для летного обучения курсантов:

- сокращение сроков, а также стоимости подготовки летных экипажей без снижения уровня боеготовности;
- динамические тренировки по программам летного обучения на авиационных тренажерах значительно снижают расход ресурса авиационной техники, ГСМ и боеприпасов;
- тренажная подготовка повышает безопасность полетов за счет выпуска в полет экипажей, прошедших предварительную подготовку по отработке действий в особых случаях;
- подготовка курсантов на современных тренажерах позволяет в полной мере контролировать процесса обучения, моделировать различные условия и ситуации полета в ходе отработки тренировочных упражнений и т.д.

Опытная эксплуатация авиационных тренажеров в процессе летного обучения продемонстрировала и другие положительные моменты:

- индивидуальный подход к темпу работы обучающегося и возможность самому влиять на учебный процесс;
- оптимизация временных затрат на привитие необходимых умений и навыков;
- возможность, при необходимости, увеличить количество тренировок;
- легкое достижение дифференциации обучающихся по текущим результатам освоения программы тренажной и летной подготовок;
- повышение мотивации учебной деятельности;
- определение правильного алгоритма действий в нестандартных и критических ситуациях;
- анализ порядка выполнения полетного задания, выявление ошибок и выбор вариантов их устранения.

Вместе с тем, несмотря на все положительные стороны, тренажная подготовка не может в полной мере воспроизвести реальный полет. В первую очередь отсутствует невозможность симулирования психологического барьера. Курсант не воспринимает тренировку на тренажере как реальный полет, а значит фактически отключается инстинкт самосохранения и мыслительные процессы протекают менее активно. Кроме того, визуализация полета не передает влияния погоды в полном объеме: солнце не слепит, нет ощущение жары или холода. Какой-бы не был совершенный в техническом плане тренажер, программный алгоритм поведения симулируемого самолета не всегда соответствует поведению реального воздушного судна в тех или иных условиях.

Главным же недостатком тренажера является невозможность симитировать восприятие пространственного положения, которое формирует сознание обучающегося во время выполнения обучающимися полетов по приборам «под шторкой». В такой ситуации летчик может ошибочно воспринимать действительное положение самолета. На это могут повлиять следующие факторы: отсутствия визуального контакта с ориентирами на земле и в воздухе; сомнения в правильности показаний приборов и некорректного восприятия пространственных перемещений вестибулярным аппаратом. Вместе с психологическим напряжением во время полета это приводит к возникновению иллюзии. При выполнении полетов на тренажере поведение обучающегося обусловлено осознанием того, что он не находится в воздухе и не испытывает напряжения, верит приборам и не пытается определить свое пространственное положение по собственным ощущениям.

Перспективы развития и производства авиационных тренажеров, в настоящее время, связаны с активной разработкой систем симуляции полета с использованием передовых технологий, которые позволят имитировать с максимальной правдоподобностью реальный самолет. Совершенствование авиационных тренажеров в этом направлении будут реализованы на основе решения следующих задач:

- доведение системы визуализации до уровня близкой к реалистичности изображения, использование очков виртуальной реальности;
- повышение сложности модулей имитации работы авиационного оборудования, систем самолета и применения вооружения;
- использование искусственного интеллекта для решения задач имитации действий противника или других членов экипажа с возможностью обучаемых моделей изменения тактической обстановки;
- возможность проводить групповые тренировки в реальном времени.

Учитывая изложенное, можно выделить следующие перспективные направления повышения качества подготовки летного состава и решения задач имитации и моделирования условий выполнения полетных заданий. Они решаются как за счет разработок новых технических решений, так и за счет методов их применения.

Первое направление – создание тренажно-обучающих систем, в которых отдельные тренажеры являются лишь ее функциональными элементами. Цель таких систем – обеспечение успешного и качественного освоения курсантами определенного уровня летной квалификации.

Второе направление – создание тренажеров, на которых возможно отрабатывать выполнение всех этапов и режимов полета. Для полной и близкой к реальности имитации необходимо решение двух задач:

- для высокой точности моделирования необходимо сформировать необходимый объем достоверных данных в удобной для программирования форме;
- обеспечение пополнения и обновления информацией в наикротчайшие сроки после появления.

Третье направление – универсальность тренажерных систем. Тренажеры должны разрабатываться по единым стандартам и представлять собой функциональные модули для созданию обучающих сетей, которые будут представлять совокупность отдельных тренажеров и других технических средств обучения для комплексного использования. Данная концепция производства и применения тренажеров позволит сократить сроки проектирования, облегчить работы по формированию обучающих сетей различного уровня подготовки, состоящих из множества взаимосвязанных и коммуникативных технических средств.

Четвертое направление – формированию полных, достоверных и достаточно детализированных баз данных. Опыт практического применения тренажеров показал, что при использовании в программных модулях неполных и недостаточно достоверных баз данных не позволяет добиться необходимого качества тренировок. Кроме того, усложняет реализацию имитационных характеристик тренажера, что в свою очередь ведет к дороговизне тренажеров и большим затратам на стоимость их жизненного цикла.

В заключение можно подвести итог, что процесс подготовки будущих военных летчиков должен быть эффективным, безопасный и экономичный. Если, для повышения безопасности выполнения полетов можно обосновать весьма большие затраты, однако вопросы экономичности должны быть всегда актуальными и обязательным. Расходы и себестоимость тренажной подготовки обучающихся являются приоритетными индикаторами для оценки целесообразности производства тренажерных систем и их эксплуатации в ходе летного обучения.

Можно констатировать, что в процессе разработки современных тренажерных комплексов продолжается совершенствование технологий внедрения в виртуальную среду и повышение реалистичности технических средств обучения, пытаюсь стереть грань между реальной обстановкой и ее имитацией, что в свою очередь ликвидирует недостатки в тренажной подготовке из-за неточного соответствия. Дальнейшее совершенствование системы обучения на тренажерах, а также создание необходимой нормативной базы, позволят создавать и внедрять стандарты качества тренажерных систем и методов обучения на них, которые смогут обеспечить требуемый уровень подготовки летного состава.

Список литературы:

1. Новокрещенов А.С. Современное состояние и перспективы развития тренажерной подготовки в авиационных вузах / А.С. Новокрещенов, А.Н. Анищенко // Журнал педагогических исследований. – 2021. – Т. 6. – № 3. – С. 57–62.
2. Белов В.В. Анализ принципов и российского опыта построения учебно-тренировочных средств / В.В. Белов, Д.А. Водиченков, Н.Н. Власов // Cloud of Science. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 81–94.
3. Векслер В.А. Интерактивные тренажеры и их значение в учебном процессе / В.А. Векслер, Л.Б. Рейдель // NOVAINFO. – 2016. – № 41. – С. 205–211.
4. Гришков А.А. Пути повышения качества подготовки курсантов авиационного училища летчиков / А.А. Гришков, В.Д. Папулов // Военная мысль. – 2020. – № 10. – С. 140–143.
5. Дмитренко А.Ю. Формирование профессиональной ответственности у курсантов авиационных вузов как актуальная проблема / А.Ю. Дмитренко // Журнал педагогических исследований. – 2020. – Т. 5. – № 2. – С. 64–69.
6. Лагуев М.С. Об основных направлениях совершенствования тренажной подготовки курсантов лётных вузов ВКС в современных условиях / М.С. Лагуев // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. – Краснодар. 2020. – С. 188–193.
7. Формирование и развитие профессионально важных качеств у курсантов в процессе обучения в ВВАУЛ : метод. пособие / Под ред. В.А. Пономаренко, А.А. Вороны. – М. : Воениздат, 1992. – 184 с.

**МЕТОДИКА КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ТОЧНОСТИ**



**THE METHOD OF CALIBRATION OF MEASURING INSTRUMENTS
FOR IMPROVING THEIR ACCURACY**

Куликова Т.А.

кандидат химических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
takulikova@list.ru

Чабров С.Е.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
chabrov_s.e@mail.ru

Пережогин Л.А.

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

Терехов В.В.

студент,
Кубанский государственный технологический университет
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено применение калибровки как метрологической процедуры по повышению точности измерений, выполняемых с помощью измерительных каналов измерительных систем в рабочих условиях эксплуатации. Авторами показана работоспособность и применимость калибровки измерительных каналов измерительных систем в рабочих условиях как способа повышения точности измерений, выполняемых измерительными системами.

Ключевые слова: измерительная система, измерительный канал, калибровка, средства измерения, метрологические характеристики, самокалибровка, условия эксплуатации.

Kulikova T.A.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
takulikova@list.ru

Chabrov S.E.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
chabrov_s.e@mail.ru

Perezhogin L.A.

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

Terekhov V.V.

Student,
Kuban State Technological University
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

Abstract. The authors of the article consider the application of calibration as a metrological procedure to improve the accuracy of measurements performed using measuring channels of measuring systems in operating conditions. The authors show the operability and applicability of calibration of measuring channels of measuring systems in working conditions as a way to improve the accuracy of measurements performed by measuring systems.

Keywords: measuring system, measuring channel, calibration, measuring instruments, metrological characteristics, self-calibration, operating conditions.

О тличительной особенностью разрабатываемых и эксплуатируемых в последнее время измерительных систем (ИС) является большое количество измерительных каналов (ИК), исчисляемых в единицах тысяч, а иногда и десятках тысяч, рассредоточенных территориально [1, 2]. Формирование по результатам измерений ИК управляющих воздействий в составе более сложных технических объектов, широкое использование ИС в большинстве отраслей науки и техники придает проблеме повышения точности и достоверности результатов измерений важное народно-хозяйственное значение [3].

Калибровка как в мировой, так и в отечественной практике является одним из распространенных способов повышения точности средств измерений (СИ) и широко

применяется в международной практике [4]. На ряде крупных предприятий до 70 % всех применяемых СИ подвергаются калибровке [5]. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» (№ 102-ФЗ от 26.06.2008) наполнил новым содержанием термин «калибровка», сделав калибровку одним из широко распространенных, перспективных и доступных способов повышения точности СИ. Трансформация понятия «калибровка» в нормативных правовых актах и стандартах последних лет, отсутствие опыта калибровки в ряде отраслей экономики, одновременное применение поверки и калибровки СИ привели к отсутствию единого организационного и методического подхода к проведению калибровки и использованию ее результатов в различных областях, трудностям внедрения требований современных международных стандартов к калибровке в отечественную метрологическую практику.

Но наибольшую актуальность проблема проведения процедуры приобретает в случае калибровки ИК в рабочих условиях в местах их размещения и эксплуатации ИС. Задача усложняется необходимостью учесть влияние внешних факторов на эксплуатационные характеристики ИК ИС в то время, как условия эксплуатации систем разнообразны, причем и сами системы имеют серьезные отличия.

Демонтаж компонентов ИС с целью их поэлементной калибровки в калибровочной лаборатории в большинстве случаев не только нецелесообразен, но и невозможен (например, неизвлекаемые датчики температуры, входящие в состав генераторов теплоэлектростанций (ТЭЦ) [2, с. 14]). Сюда же следует отнести и прочие дополнительные затраты организационного характера, такие как остановка ИС (или отдельных ее ИК) и требование резервной замены компонентов ИК из обменного фонда (а также наличие этого обменного фонда); затраты, связанные с ожиданием очереди предъявления компонентов ИС на калибровку в калибровочной лаборатории. При поэлементной калибровке ИС возможно нежелательное воздействие на транспортируемые элементы ИС дорожной вибрационной тряски, утрата системных свойств ИС [6], а также изменение прежнего приработанного режима при новом монтаже ИК ИС. Демонтаж, транспортировка, монтаж – дополнительные источники изменения метрологических характеристик (МХ) ИС.

Широкое использование измерительных систем (ИС) в большинстве отраслей науки и техники обуславливает актуальность задачи повышения точности и обеспечения единства измерений ИС. Отличительной особенностью разрабатываемых и эксплуатируемых в последнее время ИС является большое количество измерительных каналов (ИК), исчисляемых в тысячах, а иногда и десятках тысяч, рассредоточенных территориально достаточно широко. В большинстве случаев ИК ИС эксплуатируются в условиях, отличных от нормальных.

Демонтаж компонентов ИС с целью их транспортировки в нормальные условия калибровочной лаборатории в большинстве случаев не только нецелесообразен, но и невозможен.

Существенными могут быть дополнительные затраты организационного характера, такие как остановка ИС (или отдельных ее ИК), требование резервной замены компонентов ИК из обменного фонда (к тому же наличие этого обменного фонда), а также затраты, связанные с ожиданием очереди предъявления компонентов ИС на калибровку в калибровочной лаборатории. К тому же нельзя исключить и нежелательное воздействие на транспортируемые элементы ИС дорожной вибрационной тряски, изменение прежнего приработанного режима при новом монтаже ИК ИС.

Встроенные меры для самокалибровки ИС подвержены временному дрейфу из-за старения и утраты своих первоначальных характеристик, и, кроме того, недопустимо, чтобы эталоны постоянно находились в тех же рабочих условиях, что и компоненты ИС. Поэтому встроенные меры не являются достаточными для автономного поддержания единства измерений ИС.

С потребительской точки зрения, немаловажным является и тот факт, что если калибруемый ИК эксплуатируется исключительно в рабочих условиях, зачастую существенно отличающихся от нормальных, то калибровочная характеристика ИК в нор-

мальных условиях для пользователей не представляет никакого практического интереса. Пользователи ИС выражают свою потребность иметь калибровочную характеристику ИК именно для условий эксплуатации ИС, тогда они рассматривают калибровку как способ повышения точности ИС.

Далее предложено решение задачи повышения точности ИС путем калибровки в рабочих условиях их эксплуатации.

Нормальные условия при калибровке ИК ИС необходимы для передачи единицы величины. Однако передача единицы величины даже в нормальной области значений влияющих величин с использованием принятого опорного значения эталона без учета конкретных значений влияющих величин может быть причиной увеличения инструментальной составляющей погрешности до 35 % предела допускаемой основной погрешности ИК [2]. Например, наблюдается увеличение основной погрешности средства измерения, вызванное изменением температуры окружающей среды и атмосферного давления в пределах нормальной области их значений.

Неучтенное действие совокупности влияющих величин рабочих условий эксплуатации ИК ИС, уникально сложившейся в момент калибровки ИК, может нивелировать все конструкторские, технологические, схемотехнические усовершенствования ИС в части повышения точности. И, напротив, не столько усилия по созданию нормальных условий, сколько учет конкретных значений влияющих величин, в которых осуществляется калибровка ИК ИС, является одним из возможных путей совершенствования обеспечения единства измерений ИС и повышения точности измерений, выполняемых ИК ИС в рабочих условиях эксплуатации ИС.

В работах [3–7] обоснована возможность и целесообразность проведения калибровки ИК ИС в рабочих условиях эксплуатации с использованием метода замещения, реализуемого с помощью переносного эталона, применяемого в указанных условиях, и стационарного эталона, находящегося в лабораторных условиях.

Предложенный метод отличается тем, что учитывает действие уникально сложившейся совокупности влияющих величин в момент передачи единицы величины калибруемому ИК.

Метод, обеспечивающий учет конкретных значений влияющих величин, в которых осуществляется калибровка ИК ИС, и метрологическую прослеживаемость результатов измерений, является дальнейшим развитием методов обеспечения единства измерений ИС и международного признания получаемых результатов измерений [4, 6, 8]. Поправка к значению величины, воспроизводимой переносным эталоном, определяется сличением переносного эталона, помещенного в локально воспроизведенные в лаборатории рабочие условия калибровки ИК ИС, с, находящимся в нормальных условиях, стационарным эталоном.

Применение предложенного метода [3–7] позволяет применять калибровку как способ повышения точности измерений именно в тех условиях действия влияющих величин, в которых эксплуатируется ИК. Только в этом случае калибровку следует рассматривать как способ повышения точности измерений ИК ИС.

Нахождение калибровочной кривой ИК ИС в рабочих условиях, а также зависимость передаваемой единицы величины от действия влияющей величины, является неотъемлемой частью применения методики.

Для подтверждения эффективности предложенного метода калибровки [3–7] выполнен вычислительный эксперимент с использованием метода Монте-Карло для случаев:

- комплектной калибровки простого ИК;
- комплектной калибровки сложного ИК в случае одной или двух влияющих величин.

Полученные результаты доказали его эффективность для решения задач калибровки ИК ИС в рабочих условиях эксплуатации, т.е. без демонтажа компонентов ИК ИС. Полученные результаты представлены в таблице 1. Под известным способом подразумевается способ, при котором поправка для переносного эталона определяется посредством его калибровки в нормальных условиях без учета совокупности действий влияющих величин.

Таблица 1 – Полученные результаты экспериментальных исследований

Описание эксперимента		Расширенная неопределенность погрешности передачи единицы величины ИК в рабочих условиях, мА
Комплектная калибровка простого ИК в случае одной влияющей величины	Известный способ	0,0024
	Предложенный способ	0,00021
Комплектная калибровка простого ИК в случае двух влияющих величин	Известный способ	0,0032
	Предложенный способ	0,00021
Комплектная калибровка сложного ИК в случае одной влияющей величины	Известный способ	0,0042
	Предложенный способ	0,0035
Комплектная калибровка сложного ИК в случае двух влияющих величин	Известный способ	0,0044
	Предложенный способ	0,0039

При измерениях вообще и при калибровке в частности, результат измерения полностью представлен тогда, когда содержит значение, приписанное измеряемой величине, и неопределенность измерения, связанную с этим значением. Источники неопределенности измерения при калибровке ИК в рабочих условиях эксплуатации ИС представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Источники неопределенности измерения при калибровке ИК в рабочих условиях эксплуатации ИС

Этап	Источники неопределенности измерения
Этап 1	Неопределенность значения переносного эталона: – неопределенность измерений при его калибровке; – нестабильность значения переносного эталона с момента времени с его калибровки до момента его использования в рабочих условиях калибровки ИК ИС; – неопределенность измерений, обусловленная изменением значений влияющих величин рабочих условий в процессе выполнения калибровочных работ ИК. Неопределенности средств измерений, используемых для измерения значений влияющих величин рабочих условий эксплуатации ИК. Неопределенности измерений, обусловленные конечным значением учитываемых влияющих величин и округлением результатов измерений. Неопределенности измерений, обусловленные упрощением модели при составлении модельного уравнения и уравнений, применяемых при введении поправок
Этап 2	Неопределенность воспроизведения локально в лаборатории значений влияющих величин: – неопределенность установки влияющего фактора в испытательной камере; – дискретность установки влияющего фактора в испытательной камере; – неравномерность поля влияющего фактора по объему испытательной камеры. Неопределенность значения стационарного эталона: – неопределенность измерений при его калибровке; – неопределенность измерений, обусловленная отклонением условий, в которых проводилась его калибровка, от условий, в которых он передает единицу величины переносному эталону; – нестабильность значения стационарного эталона с момента времени с его калибровки до момента его использования для передачи единицы величины переносному эталону. Неопределенность измерения, обусловленная случайной погрешностью переносного эталона. Неопределенность измерений, обусловленная погрешностью компаратора. Неопределенность измерений, обусловленная методикой измерений

Выполнение калибровочных работ при нескольких влияющих факторах потребовало дальнейшего развития теории планирования эксперимента на интервальных переменных, которыми в действительности являются результаты измерений [9–12].

Планирование регрессионного эксперимента на интервальных переменных гармонизировано с международным GUM-подходом оценки неопределенности измерений при калибровке, но в отличие от традиционного планирования на числах, как отмечается в недостатках и причинах пересмотра «Руководства по выражению неопределенности измерения», позволяет иметь математически корректный аппарат. В интервале гарантированного нахождения результата измерения находится бесконечное число точек –

это делает обоснованным применение метода наименьших квадратов, в основе которого лежит идея нормального распределения с бесконечным числом элементов в выборке.

Следовательно, сравнение полученных результатов эксперимента показало, что применение нового способа калибровки ИК позволяет уменьшить расширенную неопределенность измерений при калибровке ИК ИС в рабочих условиях эксплуатации. Способ особенно рекомендован для случая простого ИК с использованием одного переносного эталона. В случае сложного ИК увеличение точности не столь большое, а потребность использования нескольких переносных эталонов для калибровки сложного ИК является ограничивающим условием применения предложенного способа.

Список литературы:

1. Куликова Т.А. Стандартизация в Российской Федерации. Законы и порядок / Т.А. Куликова, М.В. Куликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 04(128). – С. 354–363.
2. Куликова Т.А. Актуальные вопросы военной метрологии / Т.А. Куликова, М.В. Куликов, С.Е. Чабров // Сборник научных статей XII Междунар. научно-практич. конференции молодых ученых посвященной 61-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – С. 99–102.
3. Куликова Т.А. Подвижные лаборатории измерительной техники. Назначение, состав и современное состояние / Т.А. Куликова, М.В. Куликов, Н.М. Куликова // Сборник научных статей XIII Междунар. научно-практич. конференции молодых ученых посвященной 62-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – С. 140–145.
4. Поверка средств измерений ВВТ. Новый порядок поверки / Т.А. Куликова, М.В. Куликов, О.Л. Филиппчук, Д.В. Данилин // Сборник научных статей VI Междунар. научно-практич. конференции «Научные чтения имени проф. Н.Е. Жуковского». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – С. 73–76.
5. Реализация принципов TQM в целях обеспечения качества подготовки специалистов в региональных многопрофильных университетах / В.А. Голкина, Т.А. Куликова, М.В. Куликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 01(125). – С. 186–195.
6. Терехов В.В. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак, В.А. Косой // Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
7. Чумак П.В. Устройство очистки жидкости / П.В. Чумак, В.В. Терехов, Р.Р. Черный // Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
8. Терехов В.В. Сепаратор очистки жидкости центробежный / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Л.А. Пережогин // Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
9. Черный Р.Р. Устройство очистки жидкости / Р.Р. Черный, В.В. Терехов, М.И. Рябухин // Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
10. Докучаев В.Г. Устройство для очистки жидкости / В.Г. Докучаев, М.И. Рябухин, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.

УДК 004.942

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
КАК ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ**



**USING SIMULATION MODELING AS THE BASIS
OF MODERN TECHNOLOGY FOR TEACHING**

Кулешов М.Ю.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.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

Фурсина А.Б.

кандидат химических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fursina74@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ работы над геометрическим построением модели корпуса компрессора ГТД на основе имитационного моделирования. Уделено особое внимание необходимости и возможностям имитационного моделирования через создание математической модели корпуса ГТД, что поясняется рисунками. Сделаны выводы по проделанной работе.

Ключевые слова: имитационное моделирование, предметная область, специализированный программный комплекс, объект моделирования, компрессор.

Kuleshov M.Yu.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
mvs4967@mail.ru

Stepanov V.V.

Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
Kuban State Technological University
vvs04367@mail.ru

Fursina A.B.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Abstract. The article presents an analysis of the work on the geometric construction of a gas turbine engine compressor housing model based on simulation modeling. Particular attention is paid to the need and possibilities of simulation modeling through the creation of a mathematical model of the gas turbine engine body, which is illustrated by drawings. Conclusions are drawn from the work done.

Keywords: mathematical modeling, specialized software package, simulation object, compressor, housing, ring sections, parameterization technologies, simulation modeling.

Качество образования является одним из основных инструментов решения целого комплекса социально-экономических проблем, определяющих развитие и будущее страны. К категории инновационных технологий обучения принадлежит технология имитационного моделирования, в процессе использования которой происходит становление профессиональных особенностей специалистов через погружение в конкретную предметную область, в дальнейшем участвующую в учебном процессе.

Имитационное моделирование (англ., simulation) – вид моделирования процессов в исследуемой системе с воспроизведением ее параметров и получения количественных и качественных характеристик функционирования [2]. Доказанным фактом является то, что технология имитационного моделирования является достаточно эффективной в системе подготовки специалистов в высших учебных заведениях. Это связано с тем, что технология имитационного моделирования предполагает максимально активную позицию самих обучающихся в процессе познавательной и практической де-

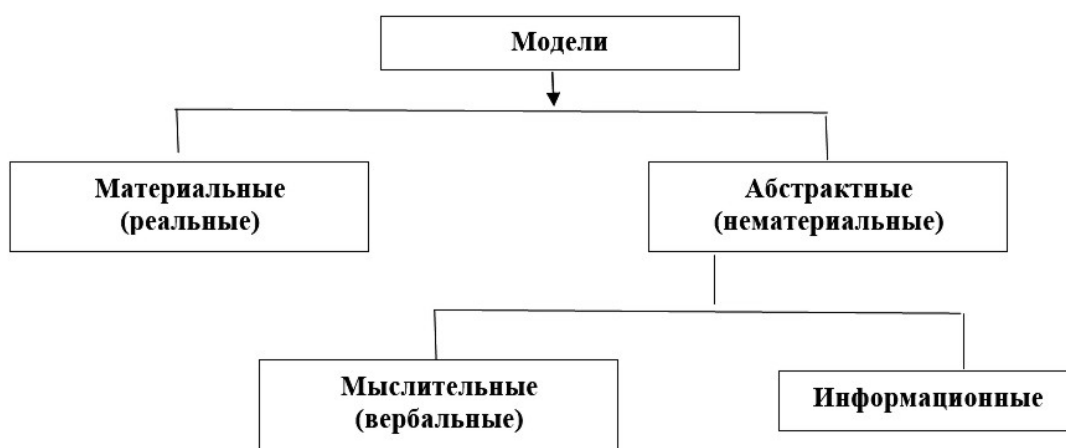
тельность, повышает их готовность к будущей профессиональной деятельности. В процессе взаимодействия происходит решение учебных и смоделированных задач, обмен ценностями, знаниями, умениями, во время которых происходит передача конкретных педагогических знаний в конкретной предметной области.

Рассмотрим соответствующий понятийный аппарат:

- модель (англ. – model, франц. – modele, лат. – modulus – мера, образец, норма, устройство, эталон, макет). В широком смысле модель определяют, как любой образ (описание, схема, чертеж, график и т.п.) некоторого объекта, процесса или явления.
- модель определяется как физическое, математическое или иное изображение системы, объекта, явления или процесса. Модель способствует научному объяснению и управлению разнообразными процессами, поскольку она является этапом создания теории. Благодаря возможностям имитационного моделирования, к модели могут применяться условия реального мира для имитации того, как будет функционировать ее фактический аналог.

Главное отличие имитационных моделей от аналитических, состоит в том, что имитационную модель можно постепенно усложнять, при этом результативность модели не падает.

Все модели по способу представления можно условно разделить на:



- абстрактные – это модели, которые представляет собой отражением идеального образа, который представляется в сознании человека с помощью мыслей и образов (формула, чертеж, схема).

- материальные (реальные) включают воображаемые и реальные модели, то есть информация по ним имеет реальное воплощение (цвет, форма, пропорции и т.п.), которую можно извлечь с помощью измерительных приборов и инструментов.

Моделирование является наиболее адекватным современным требованием к системе образования, на основе использования компьютерной техники в учебном процессе, определяющий активные методы учебной деятельности. Умение преобразовывать и использовать предлагаемую задачу в реальную адекватную модель, обобщение результатов исследования является важным элементом информационной культуры. В своей работе, на протяжении многих лет, практикуем компьютерное моделирование в учебном процессе, что стимулирует не только развитие педагогической мысли, но и заинтересованность к процессу обучающихся, поскольку на моделях можно воспроизводить и изучать многие объекты в их целостности и обзорно их характеристики.

При работе в современном автоматизированном программном продукте КОМПАС – 3D процесс обучения осуществлялся нами по двум направлениям:

- 1) осмотр и снятие размеров с готовой модели корпуса компрессора;
- 2) создание моделей обучающимися.

Оба направления потребовали от участников процесса в учебном процессе в связке «преподаватель-обучающийся» необходимости:

- проведения теоретической подготовки имитационной ситуации (изучение необходимой литературы, составление различных обоснований) – на первом, начальном этапе, что было изложено в предыдущих печатных работах;

– определения цели имитационной ситуации: (самостоятельное осмысление теоретического материала для решения поставленных задач, формирование определенных навыков, принятия решений в условиях неопределенности, развитие способности работать в команде, формирование профессиональных умений) [1].

На основе всего выше сказанного нами была выработана методологии имитационного моделирования ГТД, были созданы основные узлы, в частности узлы компрессора, камеры, турбины и элементы в их составе – ступени, венец, лопатки (рис. 1–3).



Рисунок 1 – Узлы камеры компрессора

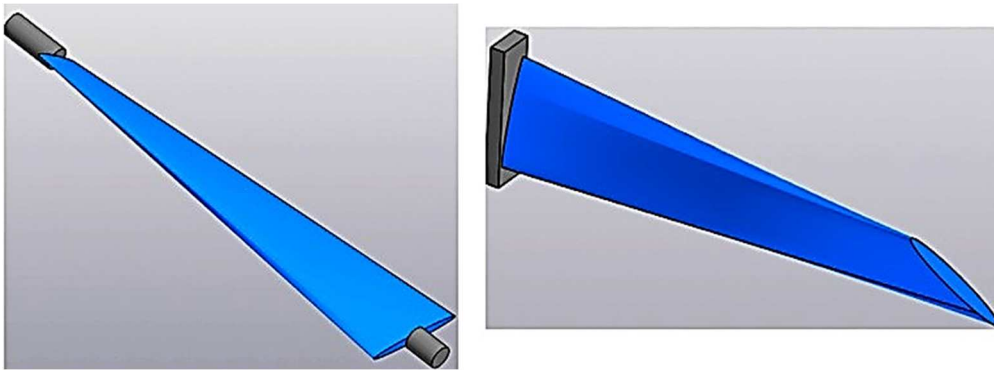


Рисунок 2 – Поворотные и рабочие лопатки компрессора

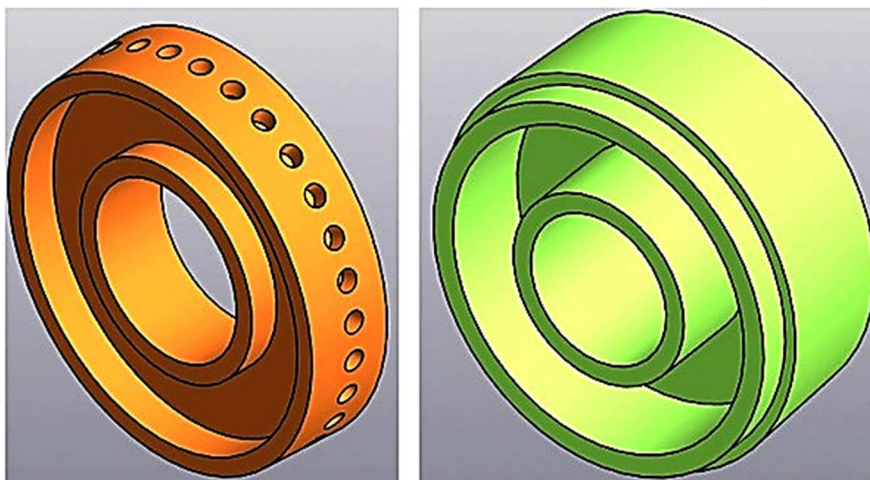


Рисунок 3

Создание узлов позволило сформировать сборочную единицу (рис. 4), в состав которой вошли подвижные и неподвижные рабочие единицы – ротор и статор.

Ротор компрессора – барабанно-дисковый, силовую основу его составляет барабан, образованный юбками дисков (рис. 4).

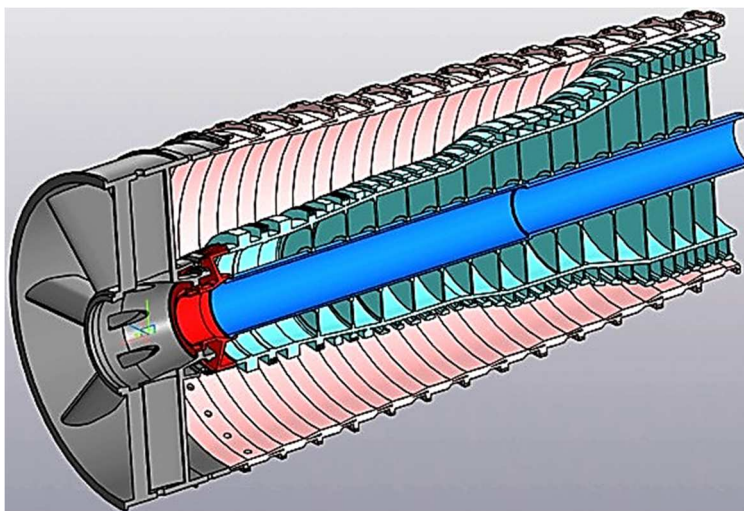


Рисунок 4

Кроме того, после создания изделия возникает необходимость оценить его возможности на статические, динамические, колебательные или тепловые нагрузки. Для стационарных процессов аналитическими способами получить результат весьма проблематично из-за сложности конструкций входящих в изделие компонентов. При имитационном моделировании расчеты проводятся в системе автоматизированного программного комплекса АРМ FEM, в частности, при разработке авиационных изделий, можем варьировать различными свойствами (материалы, крепления и т.д.), что позволяет получить:

- 1) расчеты с помощью метода конечных элементов;
- 2) вычислительную гидроаэродинамику;
- 3) кинематику и динамику твердого тела.

В первом случае для оценки задач, не имеющих аналитического решения модель разделяется на многочисленные малые элементы на 4-х узловые или 10 узловые тетраэдры, для которых можно использовать аналитическое решение. На основе полученных элементарных поверхностей составляется матрица жесткости. После наложения на модель связей, матрица жесткости упрощается до решаемых уравнений.

В нашей модели разбиение выполнено на четырех узловых тетраэдрах с максимальной стороной 5 мм (рис. 5).

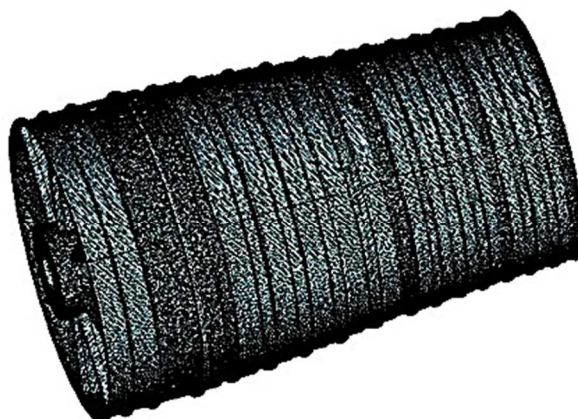
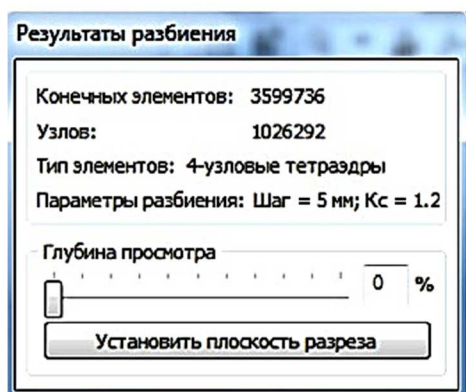


Рисунок 5 – Результат разбиения на конечные элементы – 4-гранные тетраэдры

Кроме того, для приложенных к модели усилий можно вычислить перемещения, из которых можно получить деформации (изменение длины по отношению к первоначальному значению), а затем напряжения. Такая информация позволяет понять, способен объект воспринять условия эксплуатации или деформируется и выйдет из строя.

Просмотр 3D-моделей – существенный шаг вперед, но, к сожалению, не удается получить ощущение размеров по отношению к реальному миру через дополненную реальность, цифровую оценку проекта, например, через печать на 3D-принтере.

Имитационное моделирование решает проблемы реального мира безопасно и разумно. Это удобный инструмент для анализа: он нагляден, прост для понимания и проверки. В разных областях от образовательного процесса, науки, бизнеса имитационное моделирование помогает найти оптимальные решения и дает четкое представление о сложных системах.

Выводы: прослеживая на протяжении длительного времени использования процессов моделирования в учебных и научных работах можно констатировать, что появляется толчок самореализации обучающихся, создается атмосфера сотрудничества, повышается ответственность за результаты своей работы. Применение технологии имитационного моделирования позволяет обеспечить комплексное решение задач повышения качества образования и профессионально-личностного становления будущих специалистов. Проведение занятий с использованием САПР КОМПАС, как технологии активного включения обучающихся к решению практических задач в контексте будущей профессиональной деятельности, способствует развитию пространственного и логического мышления, позволяет понять и оценить принципы работы современных информационных технологий, используя их для решения задач профессиональной деятельности. Моделирование с использованием системы автоматизированного программного комплекса КОМПАС 3D позволяет продемонстрировать и исследовать свойства объектов, явлений, а также сформировать умения и навыки выполнения определенных операций за счет многократного выполнения определенных действий.

Список литературы:

1. Математическое моделирование корпуса компрессора ГТД в системе автоматизированного программного комплекс Инновационные технологии в образовательном процессе / М.Ю. Кулешов, М.В. Степанова, В.В. Степанов, В.А. Нефедовский; КВВАУЛ им. А.К. Серова // Сборник материалов XXIV Всероссийская научно-практическая конференции. – Краснодар, 2023. – С. 110–117.
2. Кубланов М.С. Математическое моделирование задач летной эксплуатации летных судов на взлете и посадке. – М., 2013.
3. Использование логических операций при моделировании в системе автоматизированного проектирования / Д.Г. Борзов, П.С. Губанов, М.В. Степанова, В.В. Степанов // 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, М.В. Степанова, В.А. Нефедовский, Г. Карангин, К. Мальцев // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 178–182.
5. Демонстрационная программа обтекания тонкого профиля PROFIL_NST Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022664268, 27.07.2022. Заявка № 2022663433 от 15.07.2022 / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.А. Коссой, М.В. Степанова, Ж.В. Мутовкина.
6. 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 004

**ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ
В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**



**PROCESSING OF TELEMETRY DATA
IN INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS**

Куликова Т.А.

кандидат химических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
takulikova@list.ru

Чабров С.Е.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
chabrov_s.e.@mail.ru

Романенко Т.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Шахрай Е.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье проведен оперативный анализ сжимаемых телеметрических данных для выбора наиболее эффективного алгоритма сжатия и установки его оптимальных параметров. Выявлено, что классификация данных по функциональному признаку не учитывает особенностей сжатия измерительной информации, поэтому более эффективной принято считать классификацию по статическим свойствам. Проведенное авторами статьи исследование показало, что наиболее перспективными можно считать алгоритмы, в основе которых лежит учет особенностей объединения данных от отдельных источников телеметрической информации.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, коэффициент сжатия, телеметрические данные, линии связи, телеуправление, телесигнализация, телеизмерение, статистические характеристики.

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

Романенко Т.М.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Shakhray E.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The authors of the article conducted an operational analysis of compressed telemetry data to select the most effective compression algorithm and set its optimal parameters. It is revealed that the classification of data on a functional basis does not take into account the features of compression of measurement information, therefore, classification by static properties is considered to be more effective. The analysis carried out by the authors of the article showed that the most promising algorithms can be considered based on taking into account the peculiarities of combining data from individual sources of telemetry information.

Keywords: information and measurement system, compression ratio, telemetry data, communication lines, remote control, tele-signalization, tele-measurement, statistical characteristics.

Наиболее активно проблема сжатия телеметрических данных обсуждалась в середине-конце XX века. Именно тогда ряд исследователей отметили значительную избыточность передаваемых данных. В начале 2000 годов около 90 % временных затрат информационно-измерительных систем (ИИС) приходится на передачу, получение и обработку избыточных данных. Затем произошел спад интереса к этой проблеме, что следует связать, в первую очередь, с достижением верхней теоретической границы коэффициента сжатия существующих алгоритмов для данных данного типа и известных способов их представления.

Однако в XXI веке все более глубокая информатизация и развитие промышленности приводит к значительному росту потоков данных передаваемых в ИИС промыш-

ленных предприятий, что в свою очередь влечет за собой существенное увеличение стоимости таких систем, в частности, в силу необходимости либо аренды уже существующих, либо прокладки собственных более высокоскоростных линий связи. Таким образом, проблема сокращения избыточности информации не потеряла своей актуальности.

В настоящее время решение этой задачи следует связывать не с классическими процедурами предварительной обработки и сжатия информационных потоков, позволяющих представить исходные данные в более компактном виде учитывая их избыточность [2], а с глубокой обработкой данных с целью их анализа и выявления свойственных им признаков и закономерностей, что в дальнейшем может послужить основой для разработки новых, более эффективных алгоритмов сжатия и обработки.

Все более глубокая информатизация и развитие промышленности приводят к значительному росту потоков данных в информационно-измерительных системах промышленных предприятий, что в свою очередь влечет за собой существенное увеличение стоимости таких систем, в частности, в силу необходимости либо аренды уже существующих, либо прокладки собственных высокоскоростных линий связи. Снижение таких затрат в первую очередь связывают с процедурами сжатия информационных потоков, а также с глубокой обработкой исходных данных в целях их анализа и выявления свойственных им признаков и закономерностей, что в дальнейшем может послужить основой для разработки новых, более эффективных алгоритмов сжатия.

Во многих отраслях промышленности телеметрические системы отвечают за решение таких важных и разноплановых задач, как сбор и обработка данных, осуществление управления как отдельными элементами, так и техническим объектом в целом и так далее. Тем не менее, следует отметить, что до недавнего времени не уделялось особого внимания проблеме модернизации таких систем [1–6]. Более того, принципы обработки и сжатия информации даже в новых системах часто остаются неизменными фактически в течение нескольких десятилетий. В первую очередь такое положение связано с ограничениями существующего подхода к сжатию данных телеметрии, согласно которому сжатию подвергаются данные от каждого источника по отдельности, без учета корреляционных взаимосвязей между самими источниками.

На настоящий момент можно выделить два подхода к классификации телеметрических данных: функциональный [7] и статистический [8, 9]. Суть функционального подхода заключается в анализе данных по их функциональному признаку. Этот способ предполагает, что телеметрические данные могут быть отнесены к одной из трех групп: телеуправлению, телесигнализации и телеизмерению. У такого подхода есть существенный недостаток, так как он учитывает только природу данных, не затрагивая их свойства, что приводит к серьезному ограничению по применению такой классификации для решения задач сжатия.

Другой подход основывается на анализе данных по их статистическим характеристикам, что более рационально. При этом ввиду широкого распространения разностного принципа как средства уменьшения динамического диапазона данных были подвергнуты исследованию как сами временные ряды, так и их разностное представление.

Такой подход, в отличие от функционального, позволяет произвести переход от анализа и классификации непосредственно к решению задачи сжатия, но его особенностью является то, что исследованию подлежали только временные ряды, полученные от одного источника данных, тогда как наиболее эффективным может оказаться подход, в основу которого положен анализ данных, объединенных в телеметрические кадры.

В таком случае появляется возможность перехода от одномерных алгоритмов сжатия, учитывающих лишь особенности каждого отдельного потока данных, к двумерному сжатию, в основу которого может быть положен учет свойств телеметрических кадров, представляющих собой совокупность множества отдельных источников.

В данной работе исследованию подверглись телеметрические кадры d , а также их разностные формы Δd , объединяющие m отсчетов данных, полученных от n датчиков, которые можно описать вектор-столбцами следующего вида:

$$d = (d_1, d_2, \dots, d_j, \dots, d_n)^T; \quad (1)$$

$$\Delta d = (\Delta d_1, \Delta d_2, \dots, \Delta d_j, \dots, \Delta d_n)^T. \quad (2)$$

Предполагая, что телеметрические данные имеют разрядность k , каждый элемент d_i и Δd_i вектор-столбцов можно развернуть в виде битовых последовательностей, записав в виде вектор-строк b и Δb соответственно размерности k :

$$d_i = b_i = (b_{i,1}, b_{i,2}, \dots, b_{i,j}, \dots, b_{i,k}); \quad (3)$$

$$\Delta d_i = \Delta b_i = (\Delta b_{i,1}, \Delta b_{i,2}, \dots, \Delta b_{i,j}, \dots, \Delta b_{i,k}). \quad (4)$$

Таким образом, вектор-столбцы d и Δd можно записать в виде матриц B и ΔB соответственно размерностью $n \times k$:

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n)^T; \quad (5)$$

$$\Delta B = (\Delta b_1, \Delta b_2, \dots, \Delta b_j, \dots, \Delta b_n)^T. \quad (6)$$

Такое рассмотрение данных позволит произвести статистический анализ не только между всей совокупностью кадров, но и между отдельными отсчетами одного кадра.

Для исследования использовались пять наборов телеметрических данных, обладающих как стационарными, так и нестационарными свойствами, объем которых составлял от десяти до двадцати тысяч кадров. Кадр данных в рассмотренном случае представлял собой набор однобайтных отсчетов, причем для разных наборов данных кадры объединяли в себя разное число датчиков (от 32 до 56). Все телеметрические потоки условно предлагается разделить на две группы: стационарные и нестационарные.

Необходимость такого деления вызвана делением по уровню сложности алгоритмов сжатия, так как, чем менее стационарен поток, тем более сложный алгоритм сжатия позволит получить на нем приемлемую степень компрессии.

Хорошее представление о свойствах сигнала, в частности о его динамическом диапазоне, стационарности, законе распределения и так далее, дает его гистограмма, что обуславливает ее применение для анализа свойств потока телеметрических кадров.

В качестве телеметрических данных выступает набор параметров, получаемый от телеметрируемого объекта. В таком случае, с точки зрения сигнального подхода, их носитель – измерительный сигнал. Классификацию сигнала можно провести, опираясь на его признаки. Так, измерительный сигнал можно классифицировать:

1. *По характеру измерения информативного и временного параметров:*

а) Аналоговый сигнал – это сигнал, изменяющийся непрерывно во времени и обладающий возможностью принимать любые значения на некотором интервале;

б) Цифровой сигнал – это сигнал, квантованный по уровню и дискретизированный по времени. На каждом заданном промежутке времени известно приближенное значение сигнала, которое можно записать целым числом. Эти значения принято называть отсчетами.

2. *По характеру изменения во времени:*

а) Постоянный сигнал – сигнал, значение которого с течением времени не изменяется. Тайкой сигнал является наиболее тривиальным видом измерительного сигнала;

б) Переменный сигнал – сигнал, значение которого меняется во времени.

3. *По степени наличия априорной информации:*

а) Детерминированный сигнал – это сигнал, закон изменения которого известен, а модель не содержит неизвестных параметров. Мгновенные значения детерминированного сигнала известны в любой момент времени;

б) Квазидетерминированный сигнал – это сигнал с частично известным характером изменения во времени, т.е. с одним или несколькими неизвестными параметрами;

в) Случайный сигнал – это изменяющаяся во времени физическая величина, мгновенное значение которой является случайной величиной.

Проведенный по имеющимся данным анализ показывает, что как стационарный, так и нестационарный потоки кадров имеют достаточно широкий динамический диапа-

зон данных, который все же меньше у стационарного потока. Для обоих случаев не характерна концентрация данных относительно какого-либо диапазона. Указанные свойства сохраняются и у разностного представления нестационарного потока кадров. Также у разностного ряда нестационарных данных может наблюдаться несколько локальных максимумов, хотя в целом соблюдается симметричность относительно некоторого центрального значения. В отличие от разностного представления нестационарного потока кадров, у разностного представления стационарного потока кадров динамический диапазон значительно уже, чем у исходного представления, и наблюдается концентрация данных относительно центрального значения.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что ввиду большого динамического диапазона, приближенно сопоставимого с равномерным распределением, решение задачи сжатия нестационарных потоков не принесет особой пользы, что нельзя сказать относительно стационарного потока, для которого можно прогнозировать достаточно высокие коэффициенты сжатия.

В общем случае, анализируя автокорреляционные функции (АКФ), можно выявить скрытые корреляции как между одними и теми же отсчетами в соседних кадрах (одномерная АКФ), так и между отсчетами внутри кадра (двумерная АКФ), что в свою очередь позволит не только проводить предварительную оценку возможности сжатия кадров, но и поможет выработать специальные методы сжатия, опирающиеся на корреляционные свойства данных.

Под одномерной автокорреляционной функцией (ОАКФ) понимается такая функция, которая определяет зависимость дискретного сигнала $d_j(h + M)$ в момент времени $h + M$ от того же сигнала $d_j(h)$ в момент времени h и рассчитывается согласно формуле [5]:

$$R(M) = \sum_{h=1}^m d(h) d(h + M), \quad (7)$$

где M – аргумент ОАКФ, по которому проводился расчет АКФ по времени (в данном случае величина M не превышала значения 50).

Важно отметить, что согласно полученным результатам для случая разностного представления нестационарного сигнала характерно то, что $R(1)$ не является вторым максимумом. Опираясь на это свойство, можно разработать методы сжатия, основанные на повторном проведении операции дельта-кодирования над разностным представлением первого и второго максимума ОАКФ анализируемых данных. Но такой метод пригоден лишь для архивирования данных в целях их длительного хранения и не подходит для сжатия данных, передаваемых по каналу связи, ввиду требования работы телеметрической системы в режиме реального или «мягкого» реального времени.

Относительно потока телеметрических кадров под двумерной автокорреляционной функцией (ДАКФ) понимается такая функция, которая определяет зависимость дискретного сигнала $d_j(h + M)$ не только в момент времени $(h + M)$ от того же сигнала $d_j(h)$ в момент времени h , но и между отсчетами, находящимися внутри одного кадра.

В таком случае в виде простейшего метода сжатия можно предложить способ, основанный на поиске однородных зон внутри кадра. Под такими зонами понимаются скопления бит, значения которых принимают только одно из двух возможных состояний. В простейшем случае такие зоны можно ограничить прямоугольной областью. Эффективность использования такого подхода показана в работе [10].

Таким образом, проведенный анализ статистических свойств телеметрических данных показывает, что наибольшие перспективы с точки зрения задачи сжатия будут иметь те алгоритмы, в основе которых соблюдаются следующие условия:

- объединение разрозненных данных, полученных от отдельных источников, в телеметрические кадры;
- учет свойств одномерных и двумерных автокорреляционных функций;
- представление телеметрических кадров в разностно-битовом виде.

Выполнение этих трех условий может позволить разработать специализированные алгоритмы сжатия, преимуществом которых будет учет всех возможных корреляций как в потоке телеметрических кадров, так и между отсчетами каждого отдельного кадра.

Список литературы:

1. Куликова Т.А. К вопросу о методах испытаний программного обеспечения средств измерений / Т.А. Куликова, С.Е. Чабров // Сборник научных статей XI Междунар. научно-практич. конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – С. 154–156.
2. Куликова Т.А. Актуальные вопросы военной метрологии / Т.А. Куликова, М.В. Куликов, С.Е. Чабров // Сборник научных статей XII Междунар. научно-практич. конференции молодых ученых посвященной 61-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – С. 99–102.
3. Куликова Т.А. Стандартизация в Российской Федерации. Законы и порядок / Т.А. Куликова, М.В. Куликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 04(128). – С. 354–363.
4. Голкина В.А. Реализация принципов TQM в целях обеспечения качества подготовки специалистов в региональных многопрофильных университетах / В.А. Голкина, Т.А. Куликова, М.В. Куликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 01(125). – С. 186–195.
5. Кепков В.Д. Применение полимерных композиционных материалов в современном авиастроении / В.Д. Кепков, М.В. Куликов, Т.А. Куликова // Сборник научных статей VIII Междунар. научно-практич. конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – С. 186–190.
7. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак, В.А. Косой // Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
8. Чумак П.В. Устройство очистки жидкости / П.В. Чумак, В.В. Терехов, Р.Р. Черный // Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
9. Терехов В.В. Сепаратор очистки жидкости центробежный / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Л.А. Пережогин // Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
10. Черный Р.Р. Устройство очистки жидкости / Р.Р. Черный, В.В. Терехов, М.И. Рябухин // Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
11. Докучаев В.Г. Устройство для очистки жидкости / В.Г. Докучаев, М.И. Рябухин, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.

УДК 623

«ЗАГЛЯНУВШИЙ ЗА ГОРИЗОНТ»
(АТОМНЫЙ САМОЛЕТ ВЛАДИМИРА МЯСИЩЕВА)



«LOOKING OVER THE HORIZON»
(VLADIMIR MYASISHCHEV'S ATOMIC PLANE)

Молчанов В.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Анцупов И.С.

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

Аннотация. В статье авторы исследуют вопрос о попытке создания в СССР первого в мире самолета с двигателем на ядерном топливе. Решение поставленной стратегической задачи было возложено на Генерального конструктора Опытного конструкторского бюро ОКБ-23 Героя социалистического труда В.М. Мясищев. Проект ПАС «60» стал первой в СССР попыткой применить атомные двигатели на самолете. Эта проблема явилась настолько новой и сложной, что до сих пор решение ее как в целом, так и в отдельных частностях, даже нельзя спрогнозировать по времени.

Ключевые слова: атомный самолет, конструктор, ядерное топливо, стратегические задачи, В.М. Мясищев, инженер, бомбардировщик, компоновка, двигатель.

Molchanov V.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Antsupov I.S.

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

Abstract. In the article, the authors investigate the issue of an attempt to create the world's first nuclear-powered aircraft in the USSR. The solution of the strategic task was assigned to the General Designer of the Experimental Design Bureau ОКБ-23 Hero of Socialist Labor V.M. Myasishchev. The PAS «60» project was the first attempt in the USSR to use nuclear engines on an airplane. This problem has become so new and complex that until now its solution, both in general and in particular, cannot even be predicted in time.

Keywords: nuclear aircraft, designer, nuclear fuel, strategic objectives, V.M. Myasishchev, engineer, bomber, layout, engine.

*«У каждого свое понятие красоты,
но без нее самолета нет».*

*В.М. Мясищев Генеральный конструктор
Герой социалистического труда, профессор.*



В.М. Мясищев

Есть такое выражение: «Мы заглядываем за горизонт». Так говорят, когда выполняют работу, зная, что сами никогда не воспользуются ее результатами, что эти результаты могут оказаться полезными лишь в отдаленном будущем.

Впервые описания реактивных самолетов, движимых с помощью ядерной энергии, появились в технических журналах в 40-х годах прошлого века. Ученые занятые в Манхэттенском проекте указывали на принципиальную возможность оснащения кораблей и самолетов ректорами, но при этом все усилия были направлены на разработку атомной бомбы. В 1945 г. бомба была создана, испытана и применена в ходе боевых действий. Вскоре после этого выяснилось, что недавние союзники по антигитлеровской коалиции СССР и США постепенно превращаются в стратегических противников. Встал вопрос о доставке нового оружия к объектам противника через океан.

Самолеты с поршневыми двигателями уже достигли своего предела, остановились на более скромных показателях дальности. Молодая реактивная авиация лишь начала свое победное шествие, ее двигатели более страшно неэкономичными – самолеты с ними имели еще меньшую дальность полета. В этой ситуации бомбардировщик, использующий для полета атомную энергию, казался вполне разумным выходом.

В СССР в начале 50-х годов в отличие от США, создание атомного бомбардировщика воспринималось не просто как очень желательная, но как жизненно-необходимая задача. Первые советские стратегические бомбардировщики М-4 и Ту-95 могли «накрыть» лишь самый север США и небольшие участки обоих побережий. Поэтому правительством Советского Союза было принято решение ряду предприятий авиационной промышленности начать работы по атомной тематике.

Исследование различных вариантов, предшествовавших созданию в, которым руководил В.Н. Мясищев первого в СССР сверхзвукового стратегического бомбардировщика М-50 показали, что максимальная дальность таких самолетов с грузом 3–5 т даже при двух заправках топливом в полете не превышала 14000–15000 км.

Такой полет требовал до 500 т для заправляемого и заправляющего самолетов. Доставка, хранение и заправка такого количества горючего представляли достаточно сложную задачу.

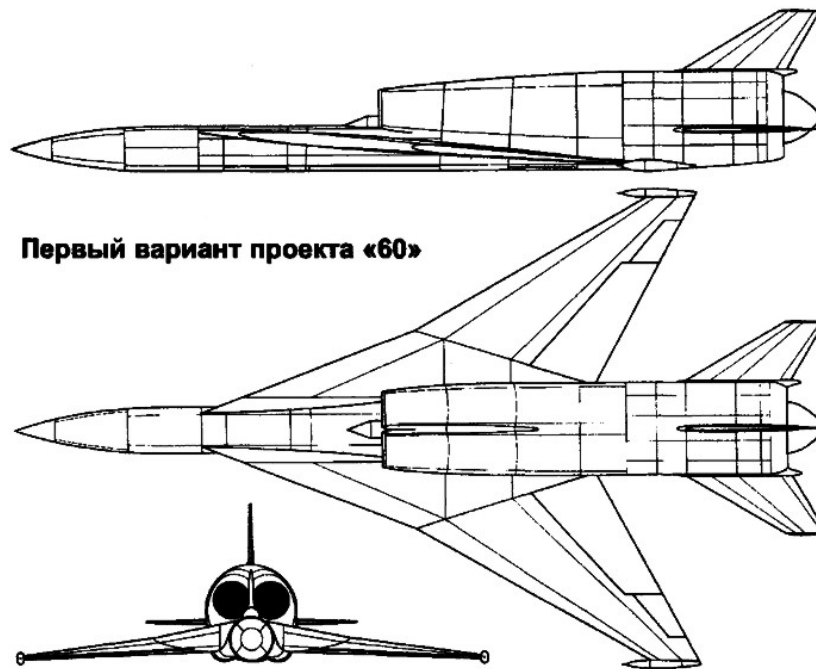
Значительное увеличение дальности сверхзвукового бомбардировщика с ТРД в принципе могло быть достигнуто путем освоения нового химического топлива с большей теплотворной способностью, чем привычный керосин, что являлось весьма далекой перспективой.

Для решения стратегических задач дальность бомбардировщика должна была составлять, по мнению экспертов того времени, 22000–25000 км. В этом случае боевые машины могли поражать наиболее удаленные цели при свободном выборе маршрута. При сверхзвуковой скорости достижение такой дальности было возможно лишь при применении в авиации ядерного топлива. Решение о развертывании работ в этом направлении не заставило себя долго ждать.

В соответствии постановлениями правительства ОКБ-23 предписывалось подготовить предварительный проект сверхзвукового бомбардировщика со специальными двигателями А.М. Люльки. К подобным изысканиям были привлечены и другие авиационные КБ. С.А. Лавочкин разрабатывал проект КР «Буря» с прямоточным ядерным двигателем, а А.Н. Туполев создавал летающую атомную лабораторию на базе бомбардировщика Ту-95, которую довели до стадии летных испытаний в 1961-м.

Сразу же проектанты столкнулись с множеством серьезнейших проблем. Возникающее мощное радиационное излучение вызывало необходимость решения ряда совершенно новых или недостаточно еще изученных вопросов. Опыт создания и эксплуатации атомных подводных лодок нельзя было воспользоваться по причине его отсутствия – первая советская АПЛ К-3 «Ленинский комсомол» была спущена на воду в 1957-м.

Основными специфическими особенностями самолета с атомной силовой установкой (АСУ) являлись: защита экипажа и отдельных блоков оборудования от излучения ядерного реактора, активация материалов, проявляющаяся при облучении конструкции самолета нейтронным потоком. Остаточное излучение ее без применения специальных мер, снижающих уровень радиоактивности, делало невозможным свободное его обслуживание в течение двух-трех месяцев после выключения двигателя.



Первый вариант проекта «60»

Требовалось дистанционное обслуживание планера и двигателя. Системы самолета должны быть максимально надежными в эксплуатации, а конструктивное выполнение узлов и разъемов – простейшим, позволяющим при помощи манипуляторов быстро их заменять и проверять.

Требовалось создать конструкционные материалы, сохраняющие работоспособность и коррозионную стойкость в этих условиях. Большая масса самолета при увеличенной посадочной скорости требовала принципиально новых решений вопросов посадки.

Особенностью самолета с АСУ является то, что дальность перестает играть решающую роль. Главными становятся высота и скорость, получение приемлемых величин которых осложняется меньшей лобовой тягой атомных двигателей сравнительно с обычными ТРД. Например, проект самолета «50» имел суммарный относительный мидель фюзеляжа и мотогондол 5,5 % от площади крыла против 7,5–9 % на самолете с атомным двигателем, что снижает аэродинамическое качество с 5,8 до 4.

При одинаковой начальной энерговооруженности высота над целью для самолета с АСУ сравнительно с самолетом с ТРД уменьшается до 4000 м.

Для самолета с АСУ главной характеристикой двигателя является коэффициент лобовой тяги (тяга, отнесенная к площади миделя двигателя).

Увеличение этого коэффициента позволяет либо уменьшить требуемую тягу, а следовательно, и массу всей силовой установки, составляющей до 35–45 % полетной массы самолета, либо увеличить высоту полета.

На основании анализа схем и параметров двигателя, выполненного совместно с ОКБ А.М. Люльки, ЦИАМ и ЛИП АН СССР, выбран турбореактивный двигатель на ядерном топливе (ТРДА) «открытой» схемы, где в качестве теплоносителя и рабочего тела используется атмосферный воздух. Расчетные параметры ТРДА: крейсерская скорость, соответствующая $M = 2$, взлетная тяга – 22500 кгс.

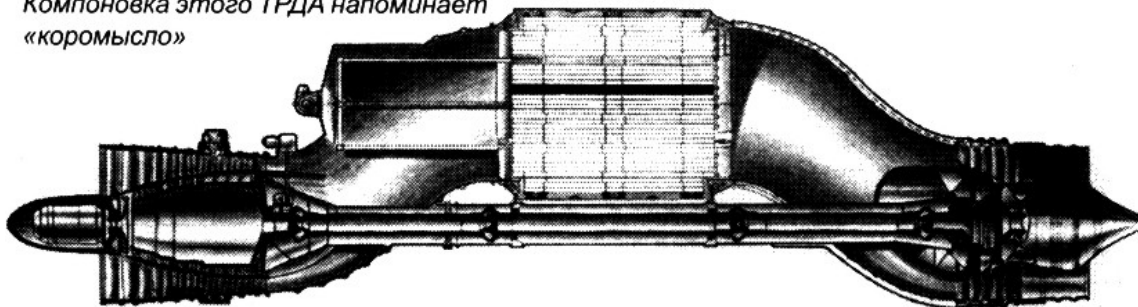
В результате проработок различных компоновок двигателей на самолете ОКБ-23 пришло к выводу о целесообразности размещения силовой установки в хвостовой части фюзеляжа, что облегчало защиту экипажа и повышало аэродинамическое качество. На «60-ке» масса кабины экипажа вместе с защитой достигала 30 % полетной массы. Поэтому пришлось ограничиться двумя членами экипажа.

Необходимость защиты экипажа от облучения делает невозможным обеспечение визуального обзора из кабины, что накладывает специфические требования к оборудованию самолета. Ввиду этого система бортового оборудования «50»-го, принятая за основу для проекта «60», должна быть доработана с учетом специфики этого самолета.

В целях упрощения и сокращения сроков отработки и доводки самолета ОКБ-23 считало необходимым на первом этапе испытаний заменить ядерный реактор на двигатель с камерой сгорания, работающий на обычном топливе.

Специалисты ОКБ составили предварительные требования к проекту сверхзвукового бомбардировщика с атомными двигателями ОКБ-165, которые предполагали доставку боевой нагрузки массой 18 т на дальность 25000 км со скоростью не менее 2000 км/ч.

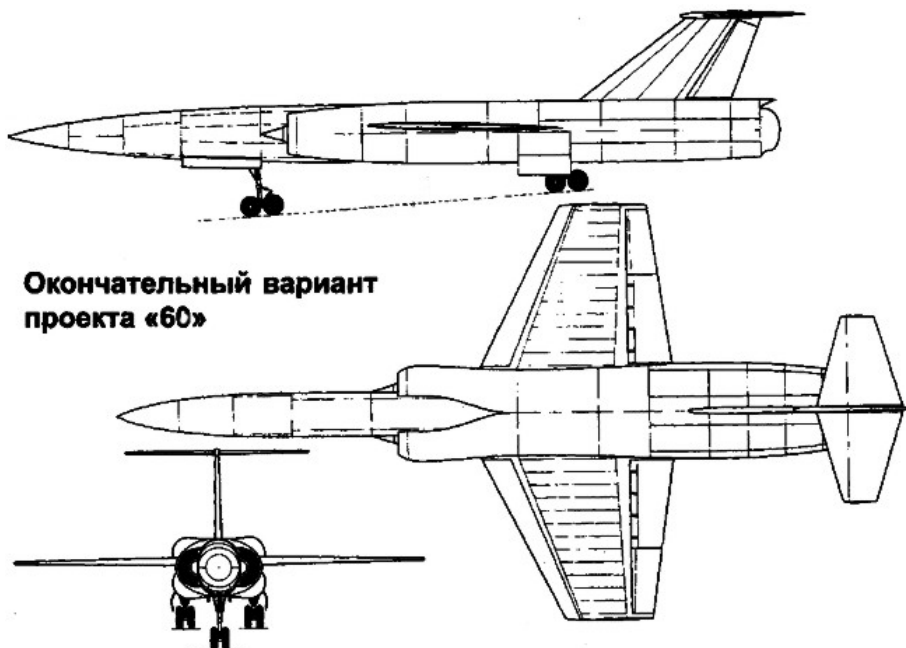
Компоновка этого ТРДА напоминает «кормысло»



В заключении к предварительному проекту отмечалось: «Как показала предварительная проработка, наряду с большими трудностями создания двигателя, оборудования и планера самолета возникают совершенно новые проблемы обеспечения наземной эксплуатации самолета и защиты экипажа, населения и местности в случае вынужденной посадки.

Эти задачи в предъязыском проекте нами пока еще не решены. В то же время, именно возможностью решения этих проблем определяется, по-нашему мнению, целесообразность создания в ближайшее время пилотируемого самолета с атомным двигателем». (Специалисты ОКБ-23 оказались правы – этот комплекс проблем не дает реализовать самолет с АСУ до сих пор.

Поставив основные задачи, авторы констатировали: «После успешного решения указанных вопросов необходимо создание экспериментального самолета (на базе проекта «50») с установленным на нем атомным двигателем. На атомном самолете можно будет отработать и довести в условиях, близких к натурным, вопросы эксплуатации самолета и двигателя, проверить работоспособность систем оборудования и управления самолетом в воздухе и на земле, отработать атомный двигатель в летных условиях и проверить достаточность биологической защиты экипажа».



Окончательный вариант проекта «60»

ОКБ-23 предложило для создания экспериментального самолета с ТРД использовать сверхзвуковой бомбардировщик «50». Компонировочная проработка показала реальную возможность такого использования «50»-го.

Экспериментальный атомный двигатель, создаваемый на базе серийного ТРД АЛ-7, устанавливается в носовой части фюзеляжа. Два штатных двигателя М16-17 снимаются с концов крыла, а два – остаются на пилонах под крылом. Летчик располагается в защищенной одноместной кабине, помещенной в хвостовой части фюзеляжа. На «50»-м носовая часть фюзеляжа вместе с кабиной экипажа заменяется отсеком с атомным двигателем с лобовым воздухозаборником и соплом под фюзеляжем.

В 1956 г. для создания АСУ было образовано специальное предприятие СКБ-500, которое в дальнейшем занималось разработкой силовой установки. В СКБ-500 были рассмотрены два варианта ТРДА открытой схемы с одинаковой тягой: вал турбокомпрессора расположен вне реактора, условное название варианта – «комомысло», вал турбокомпрессора проходит внутри по оси реактора, условное название варианта – «соосный».

Наиболее целесообразной признана схема «соосного» двигателя из-за меньшего миделя, лучшей его компоновки на самолете и большей простоты конструкции.

Атомный реактор на тепловых нейтронах цилиндрической формы имел активную зону, заключенную в торцевые и радиальные отражатели. Активная зона набиралась из керамических тепловыделяющих элементов, в которых имелись продольные каналы для прохода нагреваемого воздуха.

Запуск двигателя производился аэродромными средствами. Потребная мощность для запуска – 250 л.с. Отсутствие автономного запуска объяснялось тем, что взлет атомного самолета возможен только со специальных аэродромов, имеющих стационарное оборудование для его обслуживания, в связи с чем нецелесообразно иметь на летательном аппарате дополнительные агрегаты.

Специфика самолета с АСУ потребовала новых подходов и к наземному обслуживанию. В эскизном проекте имелась схема наземного обслуживания. Одна из ее характерных особенностей – периодическая разборка самолета для изоляции хвостовых отсеков фюзеляжа с АСУ во время регламентных работ.

При эскизном проектировании «60»-го наряду с проработкой основного пилотируемого варианта были частично проработаны варианты беспилотного самолета многогоразового действия с ТРДА и сверхзвукового бомбардировщика малых высот.

В то же время этот вариант имел и существенные недостатки, которые специалисты ОКБ считали возможным в дальнейшем исправить.

Усложняется управление самолетом, его наведение на цель и возвращение на аэродром, становится исключительно сложным обеспечить маневр, необходимый в создавшейся конкретной обстановке, что может привести к большей поражаемости беспилотного летательного аппарата по сравнению с пилотируемым, усложняются взлет, посадка и аэродромное обслуживание.

Экипаж предлагалось разместить в глухой капсуле с мощной многослойной защитой из специальных материалов. Радиоактивность атмосферного воздуха исключала возможность использования его для надува кабины и дыхания. Для этих целей пришлось использовать кислородно-азотную смесь, получаемую в специальных газификаторах путем испарения жидких газов находящихся на борту.

В эскизном проекте была рассмотрена такая возможность. Основные выявленные при этом трудности касались, прежде всего, создания новой системы навигации и наведения самолета, надежной системы спасения экипажа и обеспечения необходимой прочности и жесткости конструкции, работающей при больших скоростных напорах.

Расчеты показали, что самолет малых высот будет иметь крейсерскую скорость 1500–1700 км/ч, рабочую высоту полета 500–1000 м, потолок – 11000–12000 м, посадочную скорость 330–350 км/ч.

В 1957 г., кроме поиска путей улучшения характеристик «60»-го с ТРД «открытого типа», прорабатывались варианты самолетов с двигателями других схем: атомно-химического двигателя (по предложению ЦАГИ и Института атомной энергии АН СССР), двигателей «соосной» схемы с открытым керамическим реактором, комбиниро-

ванной схемы, предложенного ОКБ-165, «закрытой» схемы с промежуточными теплоносителями.

В результате исследований выбрали комбинированный ТРДА «открытой» схемы, работающий на взлете-посадке на режиме ТРД, а в крейсерском полете как ПВРД. Пилотируемый самолет с таким двигателем мог выполнять функции разведчика и носителя самолета-снаряда. При этом его взлетная масса достигала 135–145 т, скорость – 4200–4800 км/ч, высота – 21–23 км, время полета – 8–10 ч.

Первый полет атомного самолета планировался на 1966 г., однако ОКБ-23 Мясищева не успела даже приступить к рабочему проектированию. Постановлением правительства ОКБ-23 Мясищева привлекли к разработке многоступенчатой баллистической ракеты (МБР) конструкции ОКБ-52 В.Н. Челомея, а осенью 1960 г. ликвидировали как самостоятельную организацию, сделав филиалом № 1 этого ОКБ и полностью переориентировав на ракетно-космическую тематику. Таким образом, задел ОКБ-23 по атомным самолетам не был воплощен в реальной конструкции.

Проект ПАС «60» стал первой в СССР попыткой применить атомные двигатели на самолете. Эта проблема явилась настолько новой и сложной, что до сих пор решение ее как в целом, так и в отдельных частностях, даже нельзя спрогнозировать по времени. Может быть, когда-нибудь человечество, исчерпав естественные энергоресурсы Земли, вновь поставит перед собой задачу постройки летательного аппарата на ядерной энергии. Возможно, это будет не боевой самолет, а грузовой, или научное воздушное судно. И тогда будущие конструкторы смогут опереться на бесценный опыт советских авиастроителей, которые смогли заглянуть за горизонт.

Список литературы:

1. Якубович Н.В. Мясищев. Неудобный гений. Забытые победы советской авиации. – М. : Яуза, Эксмо, 2008. – 384 с.
2. Крылья Родины. Научно-популярный журнал. – 2001.– № 12.
3. Пономарев А.Н. Советские авиационные конструкторы. – М. : Воениздат, 1977. – 278 с.
4. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / Терехов В.В., Черный Р.Р., Савицкий Ю.А., Чумак П.В., Косой В.А. Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
5. Устройство очистки жидкости. Чумак П.В., Терехов В.В., Черный Р.Р. Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
6. Сепаратор очистки жидкости центробежный. Терехов В.В., Черный Р.Р., Пережогин Л.А. Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
7. Устройство очистки жидкости. Черный Р.Р., Терехов В.В., Рябухин М.И. Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
8. Устройство для очистки жидкости. Докучаев В.Г., Рябухин М.И., Терехов В.В. Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.

О ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ



ABOUT MAKING A MANAGEMENT DECISION
IN MODERN CONDITIONS

Гимбицкий В.А.

кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
gimva@yandex.ru

Гимбицкая Л.А.

кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
ludjim@yandex.ru

Косенко Н.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрен анализ комплексной проблемы рационального использования материальных, природных и энергетических ресурсов при решении различных задач военного, технического, экономического и социально-политического характера. Выявлена и обоснована главная задача исследования: оценивать эффективность и качество возможных вариантов решений и обоснованно выбирать наилучший из них.

Ключевые слова: управленческое решение, системный анализ, система, элемент системы, внешняя среда, подсистема.

Gimbitskij V.A.

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

Gimbitskaja L.A.

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

Kosenko N.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. This article examines the analysis of the complex problem of rational use of material, natural and energy resources in solving various tasks of a military, technical, economic and socio-political nature. The main task of the study is identified and justified: to evaluate the effectiveness and quality of possible solutions and reasonably choose the best one.

Keywords: management decision, system analysis, system, system element, external environment, subsystem.

В настоящее время чрезвычайно возросла сложность и комплексность проблемы рационального использования материальных, природных и энергетических ресурсов при решении различных задач военного, технического, экономического и социально-политического характера. Проблемы, связанные с выбором решений о рациональных способах достижения поставленных целей при ограниченных ресурсах (возможностях), вставали перед людьми всегда. Концепция выработки (принятия) решения в качестве первичного элемента деятельности рассматривает решение как сознательный выбор одной из ряда альтернатив (вариантов). Этот выбор производит лицо, принимающее решение (далее обозначаемое ЛПР), которое стремится к достижению определенных целей. В роли ЛПР выступает человек (или коллектив), обладающий правами выбора решения и несущий ответственность за его последствия [1].

Еще сравнительно недавно считалось, что выработка решения является искусством, основанным на опыте, знаниях и интуиции. Однако в современных условиях бурного научно-технического прогресса только опыт, знания и интуиция далеко не всегда могут обеспечить выбор не только оптимального (наилучшего), но даже всего лишь удовлетворительного решения в сложных практических задачах, возникающих при управлении народным хозяйством, создании новых и реконструкции действующих промышленных предприятий, планировании разработки полезных ископаемых, а также во многих других областях человеческой деятельности.

Для успешного решения подобных задач необходимо количественно оценивать эффективность и качество возможных вариантов решений и обоснованно выбирать наилучший из них. В связи с этим стали интенсивно развиваться научные методы принятия решений на основе исследования операций (рис. 1).

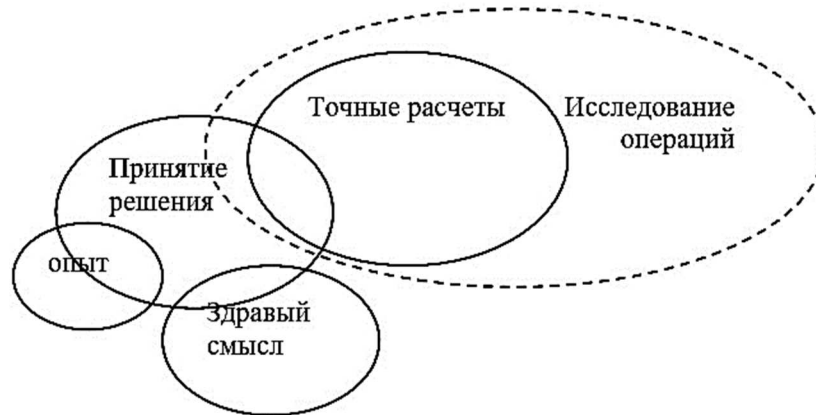


Рисунок 1 – Компоненты исследования операций

Системный анализ – это система методов исследования и создания сложных систем, используемых для подготовки и обоснования решений по проблемам разной сложности.

Система – это конечное множество функциональных элементов и отношения между ними, выделенное из среды с определенной целью в рамках определенного временного интервала.

Элемент системы – предел членения системы с точки зрения решения конкретной задачи и поставленной цели.

Внешняя среда – совокупность тех объектов, которая влияет на систему.

Подсистема – относительно независимая часть системы, сохраняющая функциональные возможности системы.

Структура – это совокупность элементов и связей между ними.

Среди многочисленных проблем, возникновение которых обусловлено возросшими запросами производства и бурным развитием информационных систем и технологий, одной из наиболее важных является проблема совершенствования управления во всех областях человеческой деятельности. При решении широкого круга задач оптимизации управляющих решений неоценимую услугу оказывает теория исследования операций.

Операцией называется совокупность взаимосогласованных действий, направленных на достижение некоторой цели. До тех пор, пока цель не определена, нет смысла говорить об операции. Если же цель определена и существуют разные пути ее достижения, то желательно найти оптимальный из этих путей.

Первоначально исследование операций было определено как научный метод, дающий в распоряжение руководителя количественные основания для принятия решения. С течением времени круг интересов исследователей операций значительно расширился и охватывает сегодня такие области, как экономика, военное дело, энергетика, освоение природных ресурсов, автоматизация проектирования.

Исследование операций – достаточно молодое научное направление. Становление исследования операций как научной дисциплины относится к 1952 г. и связывается с организацией Американского общества по исследованию операций. Интересно отметить, что к моменту официального рождения научного направления были опубликованы всего лишь две работы на эту тему [2].

Следующее десятилетие – 1952–1962 гг. было достаточно «тихим» в развитии исследования операций. Появляется ряд публикаций, которые представляют собой в основном либо труды конференций по исследованию операций, либо специальные выпуски различных институтов и организаций.

После 1962 г. положение резко изменяется – наступает «бурный» период в развитии исследования операций. Появляется множество научных работ, создаются научные общества и федерации по исследованию операций, публикуются специальные журналы [1].

Чем объяснить этот всплеск интереса к исследованию операций?

1. Начиная со второй мировой войны в производственно-коммерческой сфере резко возросла роль конкуренции. Руководители крупных корпораций стали понимать, что, с одной стороны, совершенствование традиционных способов накопления и обработки информации приводит к существенным выгодам, а с другой стороны – резко усложнился характер управленческих задач, например, план выпуска продукции того или иного предприятия должен учитывать спрос покупателей, потребности в сырье, необходимые оборотные фонды, мощности оборудования, вероятность возникновения технических неполадок, а также ограничения производственно-технологического характера. Для решения этих задач уже не хватало таких аргументов, как «здравый смысл» и «накопленный опыт», хотя и они очень важны.

2. Огромные успехи в развитии вычислительной техники.

Относительно термина «исследование операций». Это было начальное название данного научного направления. Может быть, этот термин не совсем удачен:

а) термин «операция» является сильно перегруженным;

б) слово «исследование» тоже не совсем удачное, так как порождает ложное впечатление «созерцательности» самого предмета. Фактически же наблюдается обратное – за последние десятилетия применение методов исследования операций неоднократно подтверждало большие возможности и высокую эффективность этих методов при решении практических задач.

Несмотря на то, что термин «исследование операций» не совсем точно отражает суть предмета и часто вводит в заблуждение, он сохранился до настоящего времени. Это дань традиции.

Термин «исследование операций» – operations research. Есть другие термины: operational research – операционные исследования (английская школа), американцы часто используют термин «наука об управлении» – management science.

Решения принимают все – инженеры, менеджеры, экономисты, домохозяйки и космонавты. Принятие решений – основа любого управления.

Поэтому знакомство с современной теорией принятия решений необходимо всем, связанным с системами управления. А управляет каждый из нас – хотя бы самим собой.

Искусство принятия наилучших решений, основанное на опыте и интуиции, является сущностью любой сферы человеческой деятельности. Наука о выборе приемлемого варианта решения сложилась сравнительно недавно, а математической теории принятия решений – около 50 лет.

Основы теории принятия решений разработаны Джоном фон Нейманом и Отто Моргенштерном. По мере усложнения задач появилось много различных направлений этой науки, которые имеют дело с одной и той же проблемой анализа возможных способов действия с целью нахождения оптимального в данных условиях решения проблемы.

Как самостоятельная дисциплина общая теория принятия решений (ТПР) сформировалась в начале 60-х годов, тогда же была сформулирована основная цель этой теории – рационализировать процесс принятия решений. В последующие годы была создана и прикладная теория статистических решений, позволяющая анализировать и решать широкий класс управленческих задач, связанных с ограниченным риском – проблемы выбора, размещения, распределения и т.п.

В настоящее время теория принятия решений применяется преимущественно для анализа тех деловых проблем, которые можно легко и однозначно формализовать, а результаты исследования адекватно интерпретировать. Так, например, методы ТПР используют в самых различных областях управления – при проектировании сложных технических и организационных систем, планировании развития городов, выборе программ развития экономики и энергетики регионов, организации новых экономических зон и т.п.

Необходимость использования подходов и методов ТПР в управлении очевидна: быстрое развитие и усложнение экономических связей, выявление зависимости между отдельными сложными процессами и явлениями, которые раньше казались не связанными друг с другом, приводят к резкому возрастанию трудностей принятия обоснованных решений. Затраты на их осуществление непрерывно увеличиваются, последствия ошибок становятся все серьезнее, а обращение к профессиональному опыту и интуиции не всегда приводит к выбору наилучшей стратегии. Использование методов ТПР позволяет решить эту проблему, причем быстро и с достаточной степенью точности.

В задаче ТПР человек (или группа лиц) сталкивается с необходимостью выбора одного или нескольких альтернативных вариантов решений (действий, планов поведения). Необходимость такого выбора вызвана какой-либо проблемной ситуацией, в которой имеются два состояния: желаемое и действительное, а способов достижения желаемой цели-состояния – не менее двух. Таким образом, у человека в такой ситуации есть некоторая свобода выбора между несколькими альтернативными вариантами. Каждый вариант выбора (выбор альтернативы) приводит к результату, который называется исходом. У человека есть свои представления о достоинствах и недостатках отдельных исходов, свое собственное отношение к ним, а следовательно, и к вариантам решения. Таким образом, у человека, принимающего решение, есть система предпочтений [3].

Под принятием решений понимается выбор наиболее предпочтительного решения из множества допустимых альтернатив (рис. 2).

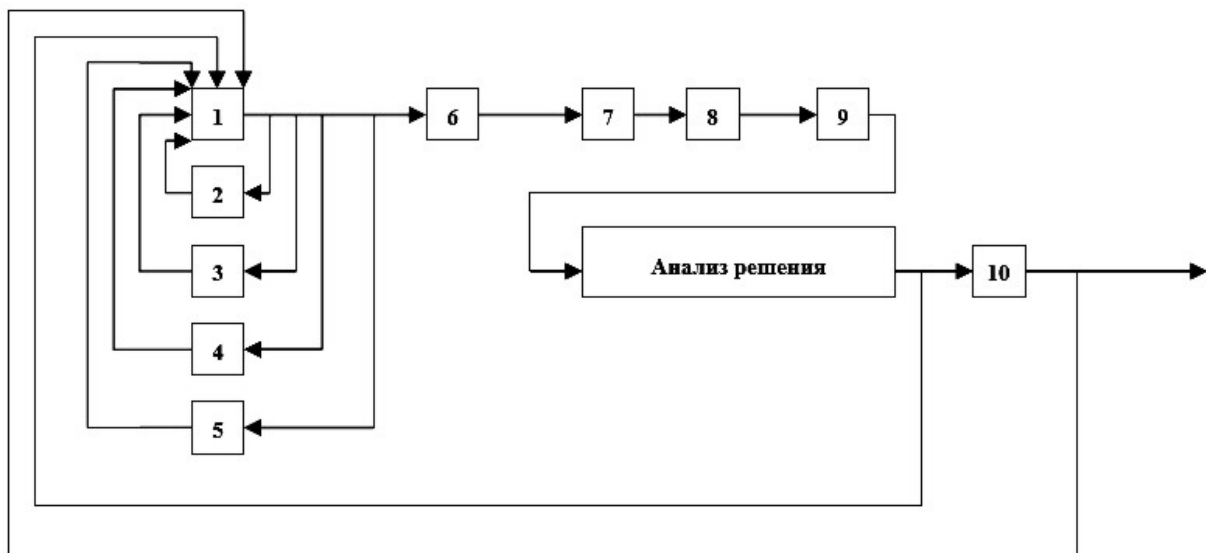


Рисунок 2 – Процесс принятия решений

1. Предварительная формулировка проблемы.
2. Определение целей и выбор критериев.
3. Выявление дисциплинарных условий (ограничительных факторов):
4. Составление списка альтернатив и их анализ
5. Прогнозирование изменений параметров операций (вариантов решения).
6. Формулирование постановки задачи.
7. Разработка математической модели операций.
8. Выбор метода решения задачи и разработка алгоритма решения.
9. Оценка альтернатив и определение наиболее эффективного из них.
10. Принятие решения руководителем.

Проблема принятия правильного, наилучшего в данной ситуации решения стоит перед человеком всегда. Искусством принятия решений владеют военачальники и политики, их не менее пронзительные и изворотливые подчиненные, в той или иной мере им владеет каждый человек, имеющий хотя бы минимальный жизненный опыт. Важность владения таким искусством бесспорна: от правильности выбранной альтернативы может зависеть не только судьба конкретного человека, но и общества в целом.

Формализация самого процесса принятия решений – достаточно сложная проблема, но она вполне разрешима с помощью математических методов, разработанных к сегодняшнему дню. Однако, остается очевидный, казалось бы, вопрос: какое решение считать правильным?

Когда смоделирован процесс принятия решений остается только выбрать по какому-либо формальным признакам один из вариантов действия. Такое решение должно быть «оптимальным» для данной ситуации, то есть наиболее благоприятным, наилучшим из возможных. Признаки, на основании которых производится сравнительная оценка возможных решений, образуют так называемые критерии оптимальности. Формально описать эти критерии «правильности решения» – оказывается затруднительно.

Во-первых, объекты, рассматриваемые теорией принятия решений настолько разнообразны, что установить единые принципы оптимальности для всех классов задач не представляется возможным.

Во-вторых, цели участников процесса принятия решений – различны и часто противоположны.

В третьих, критерии правильности решения зависят не только от характера задачи, ее цели и т.п., но и от того, насколько беспристрастно они выбраны, в противном случае это будет подгонка под ответ.

В четвертых, трудности выбора решения могут скрываться и в самой постановке задачи, если требуется достижение нереальных результатов получение максимальной прибыли при минимальном риске, строительство в минимальные сроки при максимальном качестве, максимальный ущерб противнику в военных действиях при минимальных собственных потерях и т.п.

В целом, все принимаемые в теории принятия решений принципы оптимальности прямо или косвенно отражают идеи устойчивости, выгоды и справедливости.

Задача принятия решений направлена на определение наилучшего способа действий для достижения поставленных целей.

Под целью понимается идеальное представление состояния или результата деятельности объекта управления. Если фактическое состояние объекта управления не соответствует желаемому, то возникает проблема. Выработка плана действий по устранению проблемы составляет сущность задачи ПР.

Проблемы могут возникать в следующих случаях:

- функционирование системы в данный момент не обеспечивает достижения поставленных целей;
- функционирование системы в будущем не обеспечит достижения поставленных целей;
- необходимо изменение целей деятельности.

Проблема всегда связана с определенными условиями, называемыми ситуацией. Совокупность проблемы и ситуации образует проблемную ситуацию. Выявление и описание проблемной ситуации дает исходную информацию для постановки задачи принятия решений.

Простые решения могут разрабатываться и реализовываться одним человеком. Более сложные требуют привлечения группы людей с неизбежным разделением труда.

Лица, разрабатывающие решения, называются специалистами. Лица, которые эти решения оценивают, называются экспертами. При разработке сложных решений специалистам помогают консультанты, которые обладают более глубокими знаниями по отдельным вопросам данного решения.

Лица, наделенные правом принимать решения или организовывать их реализацию, называются субъектами решения, или ЛПР (лицо, принимающее решение). Ими могут быть физические лица или представители юридических лиц: мэр, директор и пр. Исполнители решений иногда называются объектами решения [3].

Принятие решения происходит во времени, поэтому вводится понятие процесса ПР. Этот процесс состоит из последовательности этапов и направлен на устранение проблемной ситуации.

В процессе ПР формируются альтернативные варианты решений и оценивается их предпочтительность.

Предпочтение – это интегральная оценка качества решений, основанная на объективном анализе (знании, опыте, проведении расчетов и экспериментов) и субъективном понимании ценности и эффективности решения.

Для осуществления выбора наилучшего решения индивидуальное ЛПР определяет критерий выбора. Групповое ЛПР производит выбор на основе принципа согласия.

Конечным результатом задачи ПР является решение, которое представляет собой предписание к действию. Решение называется допустимым, если оно удовлетворяет поставленным ограничениям. Решение называется оптимальным, если оно обеспечивает экстремум критерия выбора при индивидуальном ЛПР или удовлетворяет принципу согласия при групповом ЛПР.

Обобщенной характеристикой решения является его эффективность. Эта характеристика включает эффект решения, определяющий степень достижения целей, отнесенный к затратам на их достижение. Решение тем эффективнее, чем больше степень достижения целей и меньше затраты на их реализацию.

Особенности решения задачи принятия решений [4].

1. Неизвестные элементы задачи: ситуации, цели, ограничения, решения, предпочтения – имеют, прежде всего, содержательный характер и только частично определяются количественными характеристиками. Количество неизвестных элементов задачи больше, чем известных.

2. Определение неизвестных элементов задачи и нахождение наилучшего решения не могут быть полностью формализованы, т.к. для этого не существует методов и алгоритмов.

3. Элементы задачи описываются характеристиками, часть из которых может быть измерена объективно, а для другой части, возможно только субъективное измерение (например, приоритеты целей, предпочтения решений и т.п.).

4. В ряде случаев приходится решать задачу принятия решений в условиях неопределенности, обусловленной неполным описанием ПС и невозможностью достаточно точной оценки ожидаемых последствий. В этих случаях наряду с логическим мышлением важное значение имеет интуиция ЛПР.

5. Принимаемые решения могут непосредственно затрагивать интересы ЛПР и экспертов. Поэтому мотивы их поведения влияют на выбор решения.

Перечисленные особенности подчеркивают отличие задачи ПР от математической задачи нахождения оптимального решения, которая обычно формулируется как задача выбора наилучшего решения из множества заданных решений и позволяют принять управленческое решение (УР).

УР является продуктом деятельности руководителя, следовательно, для него справедливы такие оценки продукции как эффективность, результативность и производительность.

Эффективность – это соотношение эффекта (результата) к затратам на его получение.

Результативность – это способность организации производить продукцию, удовлетворяющую либо превосходящую заданные показатели.

Производительность – это показатель экономической эффективности трудовой деятельности персонала. Она определяется как отношение количества выпущенной продукции к затратам на ее производство.

Эффективность УР может быть положительной и отрицательной.

Рассматриваются следующие виды эффективности УР:

- организационная;
- экономическая;
- технологическая;
- экологическая;
- правовая;
- этическая;
- психологическая;
- политическая;
- социальная;
- партийная.

Один вид эффективности может изменяться за счет других или частично их компенсировать. Так, увеличивая организационную эффективность, можно существенно увеличить и экономическую. Руководитель должен обращать внимание на все виды эффективности, так как совокупность их положительных составляющих определяет общую эффективность системы.

Организационная эффективность – это результат достижения организационных целей за счет меньших усилий, меньшего числа работников или меньшего времени. Результатом организационной эффективности может быть новый отдел, система стимулирования, группа высококлассных организаторов производства и т.д.

Экономическая эффективность – это соотношение стоимости прибавочного продукта, полученного за счет реализации конкретного управленческого решения, к затратам на его подготовку и реализацию. Прибавочный продукт может выражаться в виде прибыли, снижения затрат, получения кредита и т.д.

Социальная эффективность – это результат достижения социальных целей для большего количества работников и компании в целом за более короткое время и с меньшими затратами. Результатом социальной эффективности может быть хороший психологический климат в коллективе, взаимопомощь, неформальные отношения.

Технологическая эффективность – это результат достижения отраслевого, национального или мирового уровня производства, запланированного в бизнес-плане, за более короткое время либо с меньшими финансовыми затратами. Результатом технологической эффективности могут быть современные приемы творческого труда, конкурентоспособность продукции, профессионализм персонала.

Результатом правовой эффективности может быть переход на легальный бизнес, работа в правовом поле.

Результатом экологической эффективности УР может быть производство экологически чистой продукции, достойные условия труда работников и т.д.

Таким образом, эффективность УР проявляется в различных направлениях деятельности компании:

- во внешних связях компании;
- в степени удовлетворения потребностей персонала;
- в деятельности компании на конкретном рынке;
- в результатах непосредственного производства;
- в использовании материальных и интеллектуальных ресурсов.

Список литературы:

1. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : учеб. пособие. – М. : Высшая школа, 2021. – 208 с.
2. Катулев А.Н. Исследование операций и обеспечение безопасности: прикладные задачи : учеб. пособие для вузов / А.Н. Катулев; Под ред. П.С. Краснощекова. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 240 с.
3. Костюкова О.И. Исследование операций. – Мн. : БГУИР, 2023. – 94 с.
4. Орлов А.И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений : учеб. пособие. – М. : MapT, 2020.
5. Медведев Ю.С. Программа формирования индивидуального плана преподавательского состава кафедры и итоговых таблиц по распределению объёма рабочего времени по видам деятельности на учебный год / Ю.С. Медведев, М.В. Змиёва, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020618003. – 2020.
6. Медведев Ю.С. База данных лекционного курса по дисциплине «Информатика» для специальности 25.05.04 / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621304. – 2021.
7. Медведев Ю.С. База данных факультета по учёту контингента обучающихся / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621842, 2022.
8. Программа для управления вращением солнечной батареи в направлении положения солнца / Ю.С. Медведев, А.В. Еськов, В.В. Терехов, В.А. Турчин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022619678. – 2022.

УДК 378.4

**ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ –
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ**



**INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES – NEW OPPORTUNITIES
FOR LEARNING IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**

Дейкун Д.Г.

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

Турчин В.А.

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

Аннотация. Современный мир невозможно представить без информационных технологий. Они оказывают значительное влияние на все сферы нашей жизни, включая образование. В последние годы использование информационных технологий в преподавании стало неотъемлемой частью учебного процесса во многих высших учебных заведениях. В данной статье мы рассмотрим какие новые возможности появляются благодаря использованию информационных технологий при преподавании в военном вузе.

Ключевые слова: электронная информационно-образовательная среда, военный вуз, образовательные ресурсы, информационные технологии, взаимодействие обучающихся.

Deykun D.G.

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

Turchin V.A.

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

Abstract. It is impossible to imagine the modern world without information technologies. They have a significant impact on all spheres of our life, including education. In recent years, the use of information technology in teaching has become an integral part of the educational process in many higher education institutions. In this article we will consider what new opportunities arise due to the use of information technology in teaching at a military university.

Keywords: electronic information and educational environment, military university, educational resources, information technologies, student interaction.

Информационные технологии – одно из самых динамично развивающихся направлений современной науки. Технологии приобретают всё большую популярность среди обучающихся и научного сообщества. Использование информационных технологий позволяет значительно улучшить качество обучения и расширить возможности обучающихся. Для этих целей на базе различных информационных технологий была разработана электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС).

Военные вузы активно внедряют ЭИОС, чтобы улучшить процесс обучения и повысить качество подготовки своих обучающихся. ЭИОС представляет собой комплексное решение, объединяющее различные электронные информационные и образовательные ресурсы, информационные и телекоммуникационные технологии, а также специальные тренажеры.

Одним из основных компонентов ЭИОС являются электронные образовательные ресурсы. Это могут быть электронные учебники, видеолекции, интерактивные задания, тесты и многое другое [1, 56]. Обучающиеся могут получить доступ к этим ресурсам в любое время и из любого места, что позволяет им гибко организовывать свое обучение.

Другой важной частью ЭИОС являются информационные технологии. С их помощью курсанты могут взаимодействовать с преподавателями, задавать вопросы, обсуждать материалы и получать обратную связь [4, 29]. Также информационные техно-

логии позволяют проводить онлайн-тестирование и контролировать уровень знаний обучающихся.

Основное функциональное назначение ЭИОС следующее:

- сопровождение образовательного процесса;
- обеспечение доступа участникам образовательного процесса к учебным планам, рабочим программам, изданиям электронных библиотечных систем и другим ресурсам, указанным в рабочих программах;
- возможность фиксации учебной деятельности и других достижений обучающихся;
- наполнение электронного портфолио обучающихся (результаты учебной и внеучебной деятельности и иные достижения);
- взаимодействие (синхронное и/или асинхронное) посредством сети между участниками образовательного процесса.

Функционирование ЭИОС должно осуществляться в роли компьютерного интеллектуального наставника, учитывать индивидуальные параметры пользователей, задавать персональный темп обучения, формировать индивидуальные образовательные маршруты, предоставлять самодиагностику обучающихся, интерактивное взаимодействие между обучающимися и элементами учебных материалов, осуществлять регулярный мониторинг всех составляющих электронного образования и др.

Одним из главных преимуществ использования ЭИОС военного вуза является возможность индивидуализации обучения. Каждый обучающийся может выбрать для себя оптимальный темп и способ освоения материала. Это особенно важно военным вузам, где курсанты имеют разный уровень подготовки и разные потребности.

Примеры эффективного использования ЭИОС военного вуза многочисленны. Один из них – использование тренажеров для практического обучения. Например, обучающиеся могут использовать виртуальные тренажёры для тренировки навыков стрельбы или пилотирования (рис. 1). Такой подход позволяет им освоить сложные навыки без риска для жизни и здоровья.



Рисунок 1 – Отработка элементов пилотирования на тренажёре

В современных условиях одной из главных задач военного образования является подготовка высококвалифицированных специалистов, способных эффективно участвовать в военных операциях и применять современное вооружение. Для достижения этой цели необходимо уделить особое внимание разработке не только электронной информационно-образовательной среды, но и новых программ обучения, которые учитывают современные требования и вызовы. Ключевым элементом таких программ должны стать инновационные формы и методы обучения, которые позволят

обучающимся усваивать материал более эффективно и применять его на практике [6, 335].

Одной из возможных инноваций в военном образовании является использование виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) в процессе обучения. С помощью специальных приложений обучающиеся могут погрузиться в виртуальное пространство и получить практический опыт работы с информационными технологиями. Это особенно полезно для изучения сложных концепций и алгоритмов. Эти технологии позволяют создавать симуляции различных ситуаций, с помощью которых обучающиеся могут практиковаться и принимать решения в реальном времени. Такой подход позволяет развивать навыки руководства, стратегического мышления и принятия решений, что является неотъемлемой частью подготовки военных специалистов.



Рисунок 2 – Использование технологии «виртуальная реальность» при обучении

Еще одной инновацией, которая может быть использована в военном образовании, является использование искусственного интеллекта (ИИ) для анализа и обработки больших объемов данных. ИИ может помочь анализировать информацию о противнике, строить модели поведения и прогнозировать возможные ходы действий. Это поможет обучающимся развить навыки аналитического мышления и принятия решений в условиях неопределенности [3, 171].

Кроме того, важным аспектом военного образования является развитие лидерских качеств у будущих офицеров. Для этого необходимо предоставить им возможность практиковаться в роли руководителя и принимать ответственные решения. Одним из способов достижения этой цели может быть организация специальных тренировок и симуляций, в которых курсанты будут иметь возможность выступить в роли командиров и руководить группой солдат.

Современные условия требуют кардинальной смены подходов к образовательному процессу в военных образовательных организациях [5, 94]. Инновационные формы и методы обучения, такие как использование виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта и развитие лидерских качеств, позволят повысить качество подготовки специалистов и обеспечить информационное превосходство вооруженных сил.

Использование в образовательном процессе электронной информационно-образовательной среды, дополненной средствами виртуальной и дополненной реальности с элементами искусственного интеллекта, позволит не только повысить интенсивность и эффективность процесса обучения, но также будет способствовать приобретению курсантами и слушателями уверенных теоретических знаний и практических навыков за счет работы с электронными тренажерами, картами, автоматизированными системами управления в рамках выстраивания дифференцированной траектории обучения.

Таким образом, информационные технологии являются универсальным и необходимым средством обучения, реализация которых даёт возможность изучать дисциплину с разной степенью глубины, а использование нетрадиционных форм подачи и контроля материала оживляет и создает благоприятные условия для восприятия информации.

Информационные технологии в рамках индивидуализации обучения подразумевают, что каждый курсант, обладая личностными особенностями, приобретает собственные уникальные знания, умения и навыки. Этот процесс осуществляется за счет осознанного и целенаправленного освоения нового для обучающегося социокультурного опыта. Следует отметить, что наиболее эффективно реализовать курсантом личностный потенциал возможно за счёт предоставления ему самостоятельного выбора способа его осуществления.

Стремления обучающихся самостоятельно ставить познавательные цели и достигать их должны стимулироваться со стороны преподавательского состава и командиров. В связи с указанным, возникает необходимость в совместном проектировании преподавателем и курсантом индивидуальной образовательной траектории в целях развития личностного роста и профессиональной самореализации. При этом роль преподавателя преобразуется из «передатчика знаний» в «деятельность наставника и воспитателя» [7, 402]. Таким образом, задачей преподавателя в рамках индивидуализации образовательного процесса будет являться изменение направления обучения с управления учебной деятельностью педагогом на управление учебной деятельностью самим обучающимся.

Информационные технологии дают возможность обеспечить индивидуализацию профессиональной подготовки будущих военных специалистов, повысить научную составляющую образовательного процесса и мотивацию обучения [2, 116]. Расширение границ субъектного информационного поля как в предметно-профессиональной, так и в общекультурной областях, появление неисчерпаемых возможностей самостоятельного поиска и накопления информации способствуют углублению мыслительной деятельности обучающихся.

В сложившихся условиях образовательный процесс военного вуза определяет проектирование педагогической модели интеграции дидактических и информационных ресурсов наряду с использованием классических подходов к совершенствованию образовательного процесса. ИТ в подготовке военного специалиста позволяют обеспечить управление и самоуправление учебной деятельностью курсантов, решить задачу развития творческой личности, выстроить образовательную траекторию, максимально соответствующую индивидуальным способностям обучающихся.

Список литературы:

1. Дейкун Д.Г. Возможности использования lms moodle в процессе создания электронных образовательных ресурсов / Д.Г. Дейкун, Г.И. Дейкун // Инновационные технологии в образовательном процессе: Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 19–21 мая 2016 года. – Краснодар : Издательство «Инновация», 2016. – С. 55–59.
2. Дейкун Д.Г. Использование ментальных карт в образовательной деятельности для совершенствования методики обучения / Д.Г. Дейкун, Г.И. Дейкун, В.А. Турчин // Наука и военная безопасность. – 2023. – № 3(34). – С. 111–118.
3. Дейкун Д.Г. Особенности обучения информатике в военном авиационном вузе / Д.Г. Дейкун, В.А. Турчин // Современная педагогика и научные исследования в образовательной

- организации высшего образования : Материалы Всероссийской научно-методической конференции, Кострома, 12 февраля 2022 года. – Кострома : Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома) Министерства обороны Российской Федерации, 2022. – С. 168–177.
4. Илюшенко Н.В. Повышение эффективности учебного процесса в вузе на основе обратной связи / Н.В. Илюшенко, Л.А. Николаева; Под ред. Б.Н. Герасимова // Управление, экономика, образование и право: проблемы, исследования, результаты: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 27–28 апреля 2022 года. – Пенза : Автономная некоммерческая научно-образовательная организация «Приволжский Дом знаний», 2022. – С. 27–31.
 5. Турчин В.А. Влияние информационных технологий на профессиональную подготовку специалистов / В.А. Турчин, Д.Г. Дейкун, Г.И. Дейкун // XIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 62-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос : Сборник научных статей конференции, Краснодар, 19–20 апреля 2023 года. – Краснодар : Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом – Юг», 2023. – С. 91–96.
 6. Турчин В.А. Специфика обучения информационным технологиям курсантов военного вуза / В.А. Турчин, Д.Г. Дейкун // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: Сборник научных трудов материалов Девятой открытой Всероссийской конференции, Москва, 19–20 мая 2022 года. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «1С-Публишинг», 2022. – С. 333–336.
 7. Энговатова В.В. Некоторые проблемы в воспитании подрастающего поколения / В.В. Энговатова, В.В. Морозов, Г.И. Дейкун // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 7. – С. 401–406.

УДК 004

**О НЕОБХОДИМОСТИ СОБЛЮДЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**



**ON THE NEED TO COMPLY WITH THE INFORMATION
SECURITY IN INFORMATION SYSTEMS**

Гимбицкий В.А.

кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
gimva@yandex.ru

Гимбицкая Л.А.

кандидат технических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
ludjim@yandex.ru

Кузьмин В.Ю.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрен анализ перехода от индустриального общества к информационному. Выявлена и обоснована главная задача исследования: «компьютерная безопасность», «сетевая безопасность», «безопасность телекоммуникаций», «безопасность данных».

Ключевые слова: компьютерная безопасность, конфиденциальность, разглашение, доступность, сетевая безопасность, безопасность телекоммуникаций, безопасность данных.

Gimbitskij V.A.

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

Gimbitskaja L.A.

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

Kuzmin V.Yu.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. This article examines the analysis of the transition from an industrial society to an information society. The main task of the research is identified and justified: «computer security», «network security», «telecommunications security», «data security».

Keywords: computer security, confidentiality, disclosure, accessibility, network security, telecommunications security, data security.

Примечательная особенность нынешнего периода – переход от индустриального общества к информационному, в котором информация становится более важным ресурсом, чем материальные или энергетические ресурсы. Ресурсами, как известно, называют элементы экономического потенциала, которыми располагает общество и которые, при необходимости, могут быть использованы для достижения конкретных целей хозяйственной деятельности. Давно стали привычными и общеупотребительными такие категории, как материальные, финансовые, трудовые, природные ресурсы, которые вовлекаются в хозяйственный оборот, и их назначение понятно каждому. Но вот появилось понятие «информационные ресурсы», и хотя оно узаконено, но осознано пока еще недостаточно. В приводимой литературе [Закон РФ «Об информации, информатизации и защите информации»] так излагается это понятие: «Информационные ресурсы – отдельные документы и отдельные массивы документов, документы и массивы документов в информационных системах (библиотеках, архивах, фондах, банках данных, других информационных системах)». Информационные ресурсы являются собственностью, находятся в ведении соответствующих органов и организаций, подлежат учету и защите, так как информацию можно использовать не только для производства товаров и услуг, но и превратить ее в наличность, продав кому-нибудь, или, что еще хуже, уничтожить.

Собственная информация для производителя представляет значительную ценность, так как нередко получение (создание) такой информации – весьма трудоемкий и дорогостоящий процесс. Очевидно, что ценность информации (реальная или потенциальная) определяется в первую очередь приносимыми доходами.

Особое место отводится информационным ресурсам в условиях рыночной экономики.

Важнейшим фактором рыночной экономики выступает конкуренция. Побеждает тот, кто работает лучше, качественнее, дешевле и оперативнее (время – деньги!) производит и продает. В сущности, это универсальное правило рынка. И в этих условиях основным выступает правило: кто владеет информацией, тот владеет миром.

В конкурентной борьбе широко распространены разнообразные действия, направленные на получение (добывание, приобретение) конфиденциальной информации самыми различными способами, вплоть до прямого промышленного шпионажа с использованием современных технических средств разведки. Установлено, что 47 % охраняемых сведений добывается с помощью технических средств промышленного шпионажа.

В этих условиях защите информации в информационных системах от неправомерного овладения ею отводится весьма значительное место, а для этого нужны высококлассные специалисты и, в частности, военные специалисты.

В беседах со специалистами по защите информации зачастую обнаруживается, что взгляды и терминология в этой относительно новой области различаются иногда до почти противоположных. При прямом вопросе об определении информационной безопасности (ИБ) можно услышать такие разноуровневые термины, как «защита данных», «контроль использования», «борьба с хакерами» и т.д.

Между тем существуют сложившиеся определения самой информационной безопасности и примыкающего к ней круга понятий. Иногда они различаются у различных специалистов (или школ). Случается, в определениях просто используют синонимы, иногда – меняются местами даже целые группы понятий. Иногда, особенно в классификации зарубежных агентств по найму на работу, «информационная безопасность» рассматривается как один из подразделов общей безопасности, наряду с такими понятиями как «компьютерная безопасность», «сетевая безопасность», «безопасность телекоммуникаций», «безопасность данных».

На самом деле, понятие «информационная безопасность» более широкое, так как охватывает всё, что взаимодействует с информацией, и все вышеперечисленные понятия – это подразделы или отдельные направления информационной безопасности.

Информационная безопасность – это комплекс мероприятий, обеспечивающий для охватываемой им информации следующие факторы [1]:

– конфиденциальность – возможность ознакомиться с информацией (именно с данными или сведениями, несущими смысловую нагрузку, а не с последовательностью бит их представляющих) имеют в своем распоряжении только те лица, кто владеет соответствующими полномочиями;

– целостность – возможность внести изменение в информацию (опять речь идет о смысловом выражении) должны иметь только те лица, кто на это уполномочен;

– доступность – возможность получения авторизованного доступа к информации со стороны уполномоченных лиц в соответствующий санкционированный для работы период времени.

– (разглашение или раскрытие, модификация (изменение или искажение) и уничтожение или блокирование).

Дополнительные факторы:

– учет, т.е. все значимые действия лица, выполняемые им в рамках, контролируемых системой безопасности (даже если они не выходят за рамки определенных для этого лица правил), должны быть зафиксированы и проанализированы;

– неотрекаемость или апеллируемость (характерно для организаций, в которых функционирует обмен электронными документами с юридической, финансовой или другой значимостью), т.е. лицо, направившее информацию другому лицу, не может отречься от факта направления информации, а лицо, получившее информацию, не может отречься от факта ее получения.

Отличие между двумя этими факторами в следующем:

Учет обычно ведется средствами электронных регистрационных журналов, которые используются в основном только уполномоченными службами, и его основное отличие – в регулярности анализа этих журналов. Апеллируемость обеспечивается средствами криптографии (электронно-цифровой подписью), и ее характерная черта –

возможность использования в качестве доказательного материала во внешних инстанциях, например в суде, при наличии соответствующего законодательства.

«Информационная безопасность – это состояние защищенности информационной среды общества, обеспечивающее ее формирование, использование и развитие в интересах граждан, организаций, государств».

Понятие «информация» сегодня употребляется весьма широко и разносторонне. Трудно найти такую область знаний, где бы оно не использовалось. Огромные информационные потоки буквально захлестывают людей. Объем научных знаний, например, по оценке специалистов, удваивается каждые пять лет. Такое положение приводит к заключению, что XXI век будет веком торжества теории и практики информации – информационным веком.

Правомерно задать вопрос: что же такое информация? В литературе дается такое определение: информация – это совокупность сведений о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления.

Известно, что информация может иметь различную форму, включая данные, заложенные в компьютерах, «синьки», кальки, письма или памятные записки, досье, формулы, чертежи, диаграммы, модели продукции и прототипы, диссертации, судебные документы и другое.

Как и всякий продукт, информация имеет потребителей, нуждающихся в ней, и потому обладает определенными потребительскими качествами, а также имеет и своих обладателей или производителей.

С точки зрения потребителя, качество используемой информации позволяет получать дополнительный экономический или моральный эффект.

С точки зрения обладателя – сохранение в тайне коммерчески важной информации позволяет успешно конкурировать на рынке производства и сбыта товаров и услуг. Это, естественно, требует определенных действий, направленных на защиту конфиденциальной информации, т.е. на обеспечение ее безопасности [2].

Безопасность – это состояние защищенности жизненно важных интересов личности, предприятия, государства от внутренних и внешних угроз.

Компоненты безопасности – персонал, материальные и финансовые средства и информацию (рис. 1).



Рисунок 1 – Определение безопасности и ее компонент

Анализ состояния дел в сфере защиты информации показывает, что уже сложилась вполне сформировавшаяся концепция и структура защиты, основу которой составляют:

- весьма развитый арсенал технических средств защиты информации, производимых на промышленной основе;
- значительное число фирм, специализирующихся на решении вопросов ЗИ;
- достаточно четко очерченная система взглядов на эту проблему;
- наличие значительного практического опыта и другое.

И тем не менее, злоумышленные действия над информацией не только не уменьшаются, но и имеют достаточно устойчивую тенденцию к росту.

Опыт показывает, что для борьбы с этой тенденцией необходима стройная и целенаправленная организация процесса защиты информационных ресурсов. Причем в этом должны активно участвовать профессиональные специалисты, администрация, сотрудники и пользователи, что и определяет повышенную значимость организационной стороны вопроса.

Опыт также показывает, что:

- обеспечение безопасности информации не может быть однократным актом. Это непрерывный процесс, заключающийся в обосновании и реализации наиболее рациональных методов, способов и путей совершенствования и развития системы защиты, непрерывном контроле ее состояния, выявлении ее узких и слабых мест и противоправных действий;

- безопасность информации может быть обеспечена лишь при комплексном использовании всего арсенала имеющихся средств защиты во всех структурных элементах производственной системы и на всех этапах технологического цикла обработки информации. Наибольший эффект достигается тогда, когда все используемые средства, методы и меры объединяются в единый целостный механизм – систему защиты информации (СЗИ). При этом функционирование системы должно контролироваться, обновляться и дополняться в зависимости от изменения внешних и внутренних условий;

- никакая СЗИ не может обеспечить требуемого уровня безопасности информации без надлежащей подготовки пользователей и соблюдения ими всех установленных правил, направленных на ее защиту [2].

Таким образом, система защиты информации – это организованная совокупность специальных органов, средств, методов и мероприятий, обеспечивающих защиту информации от внутренних и внешних угроз.

Удовлетворить современные требования по обеспечению безопасности предприятия и защиты его конфиденциальной информации может только система безопасности [3].

Под системой безопасности будем понимать организованную совокупность специальных органов, служб, средств, методов и мероприятий, обеспечивающих защиту жизненно важных интересов личности, предприятия и государства от внутренних и внешних угроз (рис. 2).

СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ						
это организованная совокупность специальных органов, служб, средств, методов и мероприятий, обеспечивающих защиту жизненно важных интересов личности, предприятия, государства, внутренних и внешних угроз						
ЗАДАЧИ						
Разработка и осуществление планов и мер по защите интересов		Формирование, обеспечение и развитие органов, сил, средств обеспечения безопасности			Восстановление объектов защиты, пострадавших в результате противоправных действий	
ЦЕЛИ						
Выявление	Предотвращение	Нейтрализация	Пресечение	Локализация	Отражение	Уничтожение
УГРОЗЫ						

Рисунок 2 – Структура системы безопасности

Как и любая система, система информационной безопасности имеет свои цели, задачи, методы и средства деятельности, которые согласовываются по месту и времени в зависимости от условий.

Понимая информационную безопасность как «состояние защищенности информационной среды общества, обеспечивающее ее формирование, использование и развитие в интересах граждан, организаций», правомерно определить угрозы безопасности информации и их цели, а также иные условия и действия, нарушающие безопасность (рис. 3).

При этом, естественно, следует рассматривать и меры защиты информации от неправомерных действий, приводящих к нанесению ущерба.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ		
состояние защищенности информационной среды общества от внешних и внутренних угроз, обеспечивающее ее формирование, использование и развитие в интересах граждан, организаций, государства		
УГРОЗЫ		
ОЗНАКОМЛЕНИЕ противоправные действия, приводящие к значительному или полному разрушению информационных ресурсов	ИСКАЖЕНИЕ случайные или преднамеренные действия, приводящие к частичному изменению содержания	РАЗРУШЕНИЕ противоправное действие, приводящее к изменению или разрушению информации
ЦЕЛИ		
обеспечение конфиденциальности, целостности и доступности		

Рисунок 3 – Структура угроз информационной безопасности

Практика показала, что для анализа такого значительного набора источников, объектов и действий целесообразно использовать методы моделирования, при которых формируется как бы «заместитель» реальных ситуаций. При этом следует учитывать, что модель не копирует оригинал, она проще. Модель должна быть достаточно общей, чтобы описывать реальные действия с учетом их сложности.

Список литературы:

1. Конеев И.Р. Информационная безопасность предприятия / И.Р. Конеев, А.В. Беляев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2021. – 752 с.
2. Мельников В.П. Информационная безопасность и защита информации : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.П. Мельников, С.А. Клейменов, А.М. Петраков; Под ред. С.А. Клейменова. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2020. – 356 с.
3. Ярочкин В.И. Информационная безопасность. Академический Проект. – 2020. – 640 с.
4. Медведев Ю.С. Программа формирования индивидуального плана преподавательского состава кафедры и итоговых таблиц по распределению объёма рабочего времени по видам деятельности на учебный год / Ю.С. Медведев, М.В. Змиёва, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020618003. – 2020.
5. Медведев Ю.С. База данных лекционного курса по дисциплине «Информатика» для специальности 25.05.04 / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621304. – 2021.
6. Медведев Ю.С. База данных факультета по учёту контингента обучающихся / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621842. – 2022.
7. Программа для управления вращением солнечной батареи в направлении положения солнца / Ю.С. Медведев, А.В. Еськов, В.В. Терехов, В.А. Турчин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022619678. – 2022.

УДК 623

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИИ
В СФЕРЕ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ**



**THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF METROLOGICAL SUPPORT
OF THE RUSSIAN ARMED FORCES IN THE FIELD
OF DEFENSE AND SECURITY OF THE COUNTRY**

Дунайцев А.И.

кандидат исторических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Сингаевский Н.А.

доктор технических наук,
профессор,
Краснодарское высшее военное
авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Выскубов Е.В.

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

Терехов В.В.

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

Аннотация. В научной статье авторы исследуют историю развития метрологического обеспечения вооруженных сил России в сфере обороны и безопасности страны. В результате совершенствования системы метрологического обеспечения Вооруженных Сил предполагается сократить общее количество метрологических воинских частей и подразделений, повысить оперативность метрологических работ, уменьшить затраты на транспортировку обслуживаемых СИ военного назначения и успешно решить в конечном итоге задачи метрологического обеспечения Вооруженных Сил РФ в сложных условиях их реформирования.

Ключевые слова: метрология, средства измерения, оружие, метрологическое обеспечение, метрологическая служба, контроль состояния, лаборатория измерительной техники.

Dunaitsev A.I.

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

Singaevsky N.A.

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

Viskybov E.V.

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

Terekhov V.V.

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

Abstract. In the scientific article, the authors explore the history of the development of metrological support of the Russian armed forces in the field of defense and security of the country. As a result of the improvement of the system of metrological support of the Armed Forces, it is planned to reduce the total number of metrological military units and subdivisions, increase the efficiency of metrological work, reduce the cost of transporting serviced military equipment and eventually successfully solve the tasks of metrological support of the Armed Forces of the Russian Federation in difficult conditions of their reform.

Keywords: metrology, measuring instruments, armament, metrological support, metrological service, condition monitoring, laboratory of measuring equipment.

Потребности вооруженных сил и государства в получении достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях обеспечения обороны и безопасности государства, требуют единства проводимых измерений, при котором результаты измерений выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

Первым приказом Реввоенсовета № 475 в РККА по метрологическому обеспечению в войсках от 04 мая 1925 года была введена метрическая система мер длины и объема, войска обеспечивали измерительными приборами и справочной документацией. Началом этапа становления отечественной военной метрологии принято считать приказ начальника тыла Красной Армии № 85 от 26.04.1944 года, которым было введено в действие Положение об инспекциях по надзору за весоизмерительными приборами. Первая Инспекция по надзору за весоизмерительными приборами в составе трех человек подчинилась Главному интенданту Красной Армии и стала, по существу, первой военной метрологической организацией.

В 50-е годы в Вооруженных Силах был проведен комплекс организационно-технических мероприятий по созданию поверочных органов – окружных и флотских измерительных лабораторий, контрольно-поверочных пунктов, пунктов измерительной техники – с целью осуществления надзора за всеми средствами измерений военного назначения.

Таким образом, уже в 50-е годы была создана развитая сеть войсковых инспекторских и поверочных органов, именуемых в дальнейшем метрологическими, которые составили организационную и техническую основу для последующего создания Метрологической службы Вооруженных Сил.

Продолжавшаяся в 60-е годы военно-техническая революция в военном деле, поступление на вооружение армии и флота новых сложных систем и комплексов оружия и боевой техники, укомплектованных десятками тысяч разнообразных высокоточных средств измерений, потребовали дальнейшего развития и совершенствования организационных и технических основ метрологического обеспечения Вооруженных Сил.

Понимая государственную значимость этой проблемы и выполняя постановление Правительства СССР и соответствующего приказа Министерства обороны, в 1974 году была создана, а в 1975 году уже полностью сформирована Метрологическая служба Вооруженных Сил, имеющая в своем составе научную организацию – Метрологический центр. Осуществляется оснащение службы новой метрологической техникой – военными и рабочими эталонами, подвижными лабораториями измерительной техники. На Метрологическую службу возложено решение следующих задач:

1. Выработка и проведение единой технической политики в области метрологического обеспечения Вооруженных Сил. Организация работ по военно-метрологическому сопровождению разработки и метрологической экспертизе образцов и комплексов вооружений и военной техники (ВВТ);
2. Осуществление мероприятий по обеспечению единства и точности измерений в Вооруженных Силах. Организация централизованного ремонта образцовых средств измерений;
3. Обоснование и развитие парка средств измерений военного назначения, осуществление функции их генерального заказчика, оснащение армии и флота средствами измерений, организация их эксплуатации и ремонта;
4. Совершенствование структуры Метрологической службы и организация управления метрологическими подразделениями и частями, подготовка кадров;
5. Развитие оперативно-тактических вопросов военной метрологии.

В последующие годы развитие Вооруженных Сил идет по пути технического перевооружения. На смену устаревшим образцам ВВТ приходят системы высокоточного оружия, основанные на использовании новой элементной базы, микропроцессорной техники. Качественное решение различных войсковых задач с применением современных образцов ВВТ становится невозможным без организации и проведения многочисленных достоверных измерений, эксплуатации сложной измерительной техники.

Измерения буквально пронизывают всю деятельность войск, обеспечивая боеготовность, эффективность, безопасность и безаварийность эксплуатации ВВТ, здоровье и боеготовность личного состава, объективность контроля состояния окружающей среды. В этих условиях роль и значение метрологического обеспечения Вооруженных Сил существенно возросли.

Метрологическое обеспечение Вооруженных Сил РФ – комплекс мероприятий по установлению и применению научных и организационных основ, технических

средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности, полноты, своевременности и экономичности измерений в войсках. Основная цель метрологического обеспечения Вооруженных Сил РФ состоит в поддержании боевой готовности войск, готовности к применению и эффективности использования по назначению ВВТ.

Метрологическое обеспечение, являясь самостоятельным видом технического обеспечения, существенно влияет на оперативное и тыловое обеспечение войск. В составе технического обеспечения метрологическое обеспечение гарантирует полноту, точность и достоверность измерений, проводимых при испытаниях ВВТ, в процессе их технического обслуживания и восстановления, подготовки к применению и использованию по назначению. Объем этих измерений настолько велик, что трудозатраты на них в ходе отдельных операций технического обеспечения ВВТ достигают 70–99 %.

Значительна роль военной метрологии и в решении задач оперативного обеспечения войск. Составляющие оперативного обеспечения – топография, метрология, навигация, радиоэлектронная борьба, экология, радиационная разведка и другие основываются на измерениях физических величин. Измерения лежат в основе эффективного использования образцов ВВТ. Современные образцы ВВТ создаются на грани потенциальной реализуемости физических явлений, эффектов, процессов. Их тактико-технические характеристики определяются качеством метрологического обеспечения, состоянием и применением военных и рабочих эталонов, аттестацией методик выполнения измерений, метрологическими испытаниями и метрологическим обслуживанием.

Успешное решение задач тылового обеспечения в значительной степени зависит от достоверности оценки состояния здоровья и боеспособности личного состава, параметров обитаемости объектов, качества и количества продуктов, веществ и материалов.

В настоящее время организация метрологического обеспечения Вооруженных Сил РФ строится на основе требований и положений законов РФ «Об обеспечении единства измерений», «Об обороне», указов Президента РФ по вопросам военного строительства, постановлений Правительства РФ об организации метрологического обеспечения обороны в России, директив и приказов Министерства обороны РФ (МО РФ) по вопросам военного строительства и реформирования Вооруженных Сил.

Сегодня состояние экономики и финансов государства требует жесткой экономии всех видов ресурсов при проведении военной реформы и организации военного строительства в Российской Федерации. В этих условиях значительно возрастает роль военной метрологии по ряду причин – необходимость длительной эксплуатации в войсках и на флотах все более стареющих ВВТ.

При этом большой объем точных измерений становится единственной гарантией возможности использования по назначению, безопасного и безаварийного применения ВВТ. Качественное метрологическое обеспечение, гарантирующее точность измерений, позволяет сохранить боеготовность и эффективность стареющих вооружений, страхует личный состав от возможных аварий и катастроф из-за их внезапных отказов; дефицит денежных и материальных средств повышает роль точных измерений и метрологического обеспечения в военном деле, позволяющих избегать ошибок при принятии решений и связанных с ними потерь.

Метрологическая деятельность во все времена, а сейчас особенно, характеризуется высокой технико-экономической эффективностью, затраты на нее окупаются буквально в течение нескольких месяцев; концепция военного строительства России предусматривает существенное сокращение Вооруженных Сил с последующим перевооружением войск современными, наукоемкими, высокоточными ВВТ, параметры и характеристики которых во многом зависят от организации их метрологического обеспечения. Предстоящее техническое перевооружение требует обязательного опережающего развития технических средств военной метрологии.

Метрологическое обеспечение Вооруженных Сил РФ относится к сфере государственного метрологического контроля и надзора, является частью метрологического обеспечения обороны государства и осуществляется Вооруженными Силами РФ во взаимодействии с Государственной метрологической службой, оборонным промыш-

ленным комплексом, другими войсками, воинскими формированиями и органами, решающими задачи в области обороны и безопасности Российской Федерации.

Для эффективного решения задач метрологического обеспечения сферы обороны и безопасности Госстандартом России и МО РФ с участием других заинтересованных федеральных органов (ФСБ, ФПС, МЧС и др.) в 1996–1997 годы проведен комплекс мероприятий по созданию единой системы обеспечения единства и точности измерений в интересах всех силовых структур (далее – Система).

Система создана для достижения необходимой живучести, оперативности, мобильности и экономичности метрологического обеспечения сферы обороны и безопасности, повышения достоверности принятия решений и качества управления, осуществляемых по результатам измерений. Положение о системе обеспечения единства и точности измерений в сфере обороны и безопасности Российской Федерации утверждено и введено в действие постановлением Госстандарта России № 10 от 27.05.1997 года.

Принципы, на которых организована Система, предусматривают координацию общих метрологических работ со стороны Госстандарта России и Метрологической службы Вооруженных Сил, взаимное признание и согласованность работ, проводимых отдельными метрологическими службами в интересах других участников Системы; независимость метрологических служб в решении возложенных задач; унификацию метрологических требований, правил и норм, а также метрологической техники в целях экономии средств. Для координации метрологических работ в сфере обороны и безопасности при Государственном научно-исследовательском испытательном институте Министерства обороны Российской Федерации (ГНИИИ МО РФ) создан Межведомственный координационный научно-технический совет.

Основу Системы составляет уникальный военно-метрологический потенциал Метрологической службы Вооруженных Сил РФ и военные эталоны МО РФ, исследуемые и применяемые ГНИИИ МО РФ, который функционально является Государственным научным метрологическим центром и головной научно-исследовательской организацией РФ по проблеме обеспечения единства и точности измерений. Одновременно институт решает в Системе задачи Центра военных эталонов, Государственного центра испытаний СИ военного назначения, научно-технического и методического органа по аккредитации метрологических воинских частей и подразделений на право поверки и лицензированию деятельности (изготовления, ремонта и реализации) с СИ военного назначения, Базового центра радиационного контроля.

Основными задачами обеспечения единства и точности измерений в сфере обороны и безопасности, решаемыми Системой в общих интересах, являются:

- разработка и осуществление согласованной научно-технической политики по обеспечению единства измерений;
- испытания и утверждение типа СИ военного назначения;
- поверка и ремонт СИ военного назначения;
- аккредитация метрологических воинских частей и подразделений на право поверки СИ военного назначения;
- аккредитация измерительных (полигонных, радиационного контроля, аналитических и др.) лабораторий по уровню точности измерений;
- лицензирование деятельности организаций и воинских частей по изготовлению, ремонту и реализации (продаже и прокату) СИ военного назначения;
- аттестация физических лиц в качестве поверителей СИ военного назначения; аттестация методик выполнения измерений;
- организация метрологического надзора.

Система создана организационным путем без дополнительных затрат и характеризуется высокой военно-технической и экономической эффективностью. Современный этап реформирования и развития Вооруженных Сил РФ, тенденции развития ВВТ и способов их применения аккумулируются в Концепции метрологического обеспечения Вооруженных Сил, сферы обороны и безопасности РФ. Схема концепции метрологического обеспечения сферы обороны и безопасности РФ (СОБ РФ), принципы организации метрологических работ и приоритетные направления развития Системы показаны на схеме.

Для последних войн и крупных вооруженных конфликтов характерны новые тенденции организации боевых действий. Это, прежде всего, масштабное применение маневренных и высокоточных систем оружия, совместное применение различных систем вооружений и интегрированное управление крупными группировками разнородных сил. Успех обеспечивается при глубокой координации действий войск и многомерном анализе состояния сил и средств в боевой обстановке. Поэтому возрастает роль прежде всего тех видов обеспечения боевых действий, которые имеют важное значение для успешного применения всех сил и средств. Для соответствия происходящим изменениям в военном деле метрологическое обеспечение, как один из важнейших видов технического обеспечения Вооруженных Сил, приобретает на рубеже веков новые черты.

Современный этап реформирования и развития Вооруженных Сил РФ, тенденции развития вооружений и военной техники и способов их применения аккумулируются в Концепции метрологического обеспечения Вооруженных Сил, сферы обороны и безопасности страны.

К приоритетным направлениям развития метрологического обеспечения Вооруженных Сил РФ в период их реформирования следует отнести:

- оптимизацию системы обеспечения единства и точности измерений на основе требований автономности (малой зависимости от Государственной метрологической службы), оперативности (своевременности и минимальной продолжительности метрологических работ), мобильности (передачи размеров единиц величин преимущественно на выезде, мобильными комплексами), живучести (способности эффективно решать задачи в военное время), экономичности (минимальных затрат на поверку и ремонт средств измерений) и полноты решения задач;

- централизацию управления метрологическим обеспечением в Вооруженных Силах и на территориях. В ближайшие годы предстоит большая организационная работа по созданию экономичной, автономно действующей и оперативной системы поверки и восстановления военной измерительной техники. Перспективной следует считать гибкую структуру управления метрологической деятельностью с преобладанием территориального управления;

- создание автоматизированных реестров и банков данных аккредитации и лицензирования метрологических воинских частей и подразделений, автоматизированных рабочих мест должностных лиц Метрологической службы Вооруженных Сил, интегрирование их в единую сеть управления начальника вооружения Вооруженных Сил РФ. Разработку на этой основе автоматизированной системы управления единством измерений в Вооруженных Силах РФ;

- совершенствование управления развитием парка СИ военного назначения с использованием программно-целевых методов, системы испытаний СИ для целей утверждения типа, каталогов и ограничительных перечней СИ. Создание основ единой системы регионального обеспечения метрологических воинских частей и подразделений рабочими эталонами и средствами измерений через региональные (территориальные) метрологические воинские части;

- поддержание и развитие в соответствии с потребностями Вооруженных сил РФ военных и рабочих эталонов; модернизацию и восстановление ресурса существующих военных и рабочих эталонов с продлением сроков их эксплуатации, переход к обслуживанию эталонов по действительному состоянию; создание специальных эталонов и эталонов общего применения нового поколения для метрологического обеспечения высокоточных и обычных систем и комплексов вооружений, средств их технического и оперативного применения, а также испытательной базы Министерства обороны РФ;

- разработку и проведение единой научно-технической политики по развитию военной измерительной техники, обеспечивающей сокращение ее номенклатуры и комплексную унификацию, модульное построение различных средств измерений с использованием базовых моделей и унифицированных рядов измерительных и функциональных модулей, аппаратных интерфейсов и средств вычислительной техники;

- создание на этой базе современных средств измерений, контроля и диагностики, включая метрологические комплексы для типовых войсковых формирований,

позволяющих упростить и удешевить процедуры метрологического обеспечения ВВТ, повысить уровень автоматизации поверочно-восстановительных работ;

– окончательное формирование и оптимизацию системы ремонта военной измерительной техники с организацией ее капитального, среднего и текущего ремонта – в центральной и территориальных системах ремонта ВВТ, текущего ремонта рабочих средств измерений и среднего ремонта эталонов – в метрологических воинских частях центрального, регионального и видового звена, капитального ремонта эталонов – на предприятиях и в организациях Госстандарта России и промышленности;

– завершение создания нормативно-методических основ метрологического обеспечения Вооруженных Сил, гармонизированных с документами Российской системы измерений и системы технического обеспечения Вооруженных Сил;

– построение документов по трехуровневой схеме:

1) правовые и нормативные документы Российской Федерации и Министерства обороны РФ (законы, постановления Правительства РФ, государственные стандарты, нормы и правила, приказы МО РФ, руководства и положения);

2) нормативные документы начальника Метрологической службы Вооруженных сил РФ (правила, инструкции);

3) методические документы ГНИИИ МО РФ, нормативные и методические документы метрологических служб в структуре Вооруженных Сил РФ;

– дальнейшее развитие научно-методических и организационно-технических основ военной метрологии, управления качеством метрологического обеспечения ВВТ на всех этапах их жизненного цикла. Научное обеспечение реализации приоритетных направлений развития метрологического обеспечения Вооруженных Сил. Усиление научной составляющей военной метрологии в системе технического обеспечения Вооруженных Сил;

– совершенствование системы подготовки кадров военных метрологов, увязанное с реформированием общей системы военного образования в Вооруженных Силах РФ;

– реализацию основных элементов единой системы метрологического обеспечения Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов сферы обороны и безопасности РФ.

Таким образом, в результате совершенствования системы метрологического обеспечения Вооруженных Сил предполагается сократить общее количество метрологических воинских частей и подразделений, повысить оперативность метрологических работ, уменьшить затраты на транспортировку обслуживаемых СИ военного назначения и успешно решить в конечном итоге задачи метрологического обеспечения Вооруженных Сил РФ в сложных условиях их реформирования.

Список литературы:

1. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / В.В. Терехов, Р.П. Черный, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак, В.А. Косой // Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
2. Устройство очистки жидкости / П.В. Чумак, В.В. Терехов, Р.П. Черный // Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
3. Сепаратор очистки жидкости центробежный / В.В. Терехов, Р.П. Черный, Л.А. Пережогин // Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
4. Устройство очистки жидкости / Р.П. Черный, В.В. Терехов, М.И. Рябухин // Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
5. Устройство для очистки жидкости / В.Г. Докучаев, М.И. Рябухин, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.
6. Методика численного моделирования турбулентного течения в осесимметричном канале. The Methodic of computational modeling of turbulent stream in axisymmetric channel / В.Г. Докучаев, В.В. Терехов // Техника и технология. 2010, № 4. С. 29-33.
7. Инновационный метод очистки воды от техногенных загрязнений / В.В. Терехов, И.А. Чумак, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 1. – С. 186–190.

8. Инерционный насос-сепаратор / В.В. Терехов, Д.В. Терехов, Я.Д. Терехов, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2785564, 08.12.2022. Заявка № 2022101522 от 24.01.2022.
9. Устройство для очистки воды в местах экологических катастроф / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Л.А. Пережогин, П.В. Чумак, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 277152, 01.08.2022. Заявка № 2021127498 от 20.00.2021.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ КОНВЕРТОПЛАНОВ



CREATION AND DEVELOPMENT OF TILTROTOR PLANES

Коханий А.Ф.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Пережогин Л.А.

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

Выскубов Е.В.

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

Аннотация. В статье авторы проводят исследование и рассматривают и этапы создания и развития конвертопланов летательных аппаратов совмещающих в себе достоинства самолета и вертолета.

Ключевые слова: конвертоплан, поворотное крыло, поворотный двигатель, взлетная масса, дальность и скорость полета, несущий винт, тянущий винт, толкающий винт, оборудование, мощность двигателя, винтоплан, пассажирореместимость, грузоподъемность.

Kohany A.F.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Perezhogin L.A.

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

Vyskubov E.V.

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

Abstract. In the article, the authors conduct research and consider the stages of creation and development of tiltrotor aircraft-aircraft combining the advantages of an airplane and a helicopter.

Keywords: tiltrotor, rotary wing, rotary engine, take-off weight, range and flight speed, main rotor, pulling propeller, pushing propeller, equipment, engine power, propeller, passenger capacity, load capacity.

Конвертоплан – винтокрылый летательный аппарат с поворотными двигателями (как, правило, винтовыми), которые на взлёте и при посадке работают как несущие винты, а в горизонтальном полёте – как тянущие или толкающие; при этом подъёмная сила обеспечивается крылом самолётного типа. Обычно двигатели поворачиваются вместе с винтами, но могут поворачиваться одни лишь винты.

Конвертоплан, который способен выполнять горизонтальный полет, подобно самолету и при этом может зависать, взлетать и садиться в вертикальном режиме, как вертолет. Давно смущал конструкторов своей привлекательной перспективой, увеличить скорость по сравнению с вертолётном и в тоже время, не зависеть от наличия аэродромов как самолет.

И вот к концу 1920-х годов прошлого века конструкторская мысль закипела. Работы развернулись по двум направлениям – создания аппаратов с поворотными воздушными винтами и аппаратов с поворотным крылом. В частности, в 1922 году американский изобретатель Генри Берлинер на базе планера истребителя «Ньюпор 23» построил летательный аппарат, оснащенный двумя воздушными винтами противоположного вращения и одним винтом изменяемого шага диаметром 30 см. Винты приводились во вращение при помощи ротативного двигателя «Бентли» BR-2 мощностью 220 л. с., установленного в носовой части фюзеляжа. Большие винты обеспечивали полет по-вертолетному, а малый позволял пилоту несколько наклонить нос машины – в результате этого большие винты также наклонялись несколько вперед и обеспечивали полет по-самолетному. Позже конструктор переоборудовал биплан в триплан (данный

аппарат известен под обозначением «Модель 1924 года» и отличается также расположением наклоняющихся воздушных винтов в средней части трипланной коробки), но ему так и не удалось обеспечить приемлемую подъемную силу – аппарат поднимался максимум на 15 футов (4,6 метра).

Более успешно дело обстояло у германских авиаконструкторов. С 1942 года здесь усилиями специалистов компании «Фокке-Ахгелис» разрабатывался истребитель смешанной конструкции Fa 269 – конвертоплан с поворотными винтами. Компания была образована 27 апреля 1937 года известным немецким авиаконструктором Генрихом Фокке и не менее известным в те годы немецким летчиком Гердом Ахгелисом с целью разработки и постройки вертолетов и автожиров. Наиболее известным из них стал Fw 61, совершивший первый полет 26 июня 1936 года и в последующие годы установивший ряд рекордов высоты, скорости и дальности полета для машин своего класса.

Fa 269 разрабатывался под руководством инженера Пауля Клаге с целью максимальной возможности интегрировать в одном аппарате достоинства вертолета, способного взлетать и садиться вертикально, и самолета, обладающего более высокой скоростью и лучшей топливной экономичностью. При этом работы по данной теме были начаты не на пустом месте. Еще в 1938 году инженер Симон по указанию Адольфа Рорбаха, технического директора завода авиастроительной компании «Везер Флюгцугбау Г. м. б.Х.» в Лемвердере, недалеко от Бремена, приступил к проектированию одноместного летательного аппарата с поворотным крылом, получившего обозначение WP 1003/1. Рорбах – инженер по образованию – с 1933 года самостоятельно изучал возможности создания конвертоплана, а получив в свое распоряжение завод и его КБ, решил попытаться реализовать данную идею на практике. WP 1003/1 представлял собой моноплан со средним расположением трапециевидного поворотного крыла – поворачивались внешние половины его консолей с расположенными в их концевых частях тянущими воздушными винтами диаметром 4 метра. Винты могли поворачиваться вниз на угол почти 90 градусов. Размещенный в фюзеляже двигатель мощностью 900 л. с. должен был обеспечить конвертоплану максимальную скорость горизонтального полета порядка 650 км/час. Пилотская кабина была смещена вперед и имела остекление достаточно большой площади, что обеспечивало хороший обзор пилоту.

Что касается Fa 269, то конструктивно он представлял собой моноплан со средним расположением крыла небольшой стреловидности по передней кромке, в средней части которого были расположены два толкающих трехлопастных воздушных винта очень большого диаметра. При необходимости перейти из режима по-самолетному в режим по-вертолетному воздушные винты разворачивались вниз на угол до 85 градусов, в основном это предполагалось делать при взлете и посадке. Звездообразный двигатель воздушного охлаждения BMW 801 мощностью 1800 л. с. располагался в фюзеляже, позади пилотской кабины, и работал на воздушные винты при помощи специальной трансмиссии. Причем от разработчиков потребовалось применить на машине основные опоры шасси с длинными стойками, а также убравшуюся в фюзеляж хвостовую опору шасси с достаточно высокой стойкой – во избежание повреждения винтов о землю (ВПП). Экипаж – один, по другим данным, два человека, располагался в достаточно просторной кабине, смещенной вперед и имевшей большую площадь остекления, в том числе для лучшего обзора вниз-вперед. Вооружение – две 30-мм пушки МК 103 или МК 108 – располагались по бокам кабины. Предусматривалась также возможность размещения 20-мм пушки MG 151/20 в специальной гондole под фюзеляжем. В состав авионики входили радиостанции FuG 17 и FuG 25 а, изучалась возможность установки радиовысотомера – для выполнения «слепого» полета.

Техническое задание на новое «чудо-оружие» германское министерство авиации выдало компании «Фокке-Ахгелис» еще в 1941 году. Военным требовался одноместный «истребитель местной обороны». Впрочем, по другим данным, работа носила сугубо инициативный характер, но была благосклонно встречена военными. Разработка конвертоплана была завершена в 1942 году, были проведены продувки масштабной модели в аэродинамической трубе, а вскоре был построен и полноразмерный макет.

Главным достоинством истребителя-конвертоплана считалась неприхотливость по базированию и оперативность действий против бомбардировочной авиации союзников, уже порядком доставшей германское военно-политическое руководство. Однако после того как во время очередного налета союзной авиации в ночь с 03 на 04 июня 1942 года макет и вся документация по проекту были уничтожены, работы по программе стали затухать, а в 1944 году проект был и вовсе закрыт. Основные причины неудачи – нехватка средств и времени (по расчетам специалистов компании-разработчика, прототип такими темпами можно было построить не ранее 1947 года), а также отсутствие требуемых для машины особых редукторов, приводов, различных механизмов и оборудования. [5] Работы в области преобразуемых летательных аппаратов не прошли незамеченными для противников Третьего рейха, тем более что основная масса документов по германским разработкам и оставшихся в живых инженеров и конструкторов попала в руки американцев и британцев – сдаваться русским бывшие создатели оружия не стремились. Причем перенимать опыт немецких инженеров на Западе начали еще в начале 1940-х годов. Одними из тех, кто решил воспользоваться опытом немецких вертолетостроителей, стали доктор Винн Лоуренс Ле Пейдж и Хэвиленд Халл Платт, основатели компании «Платт – Ле Пейдж Эркафт Кампани» из Эддистоуна, штат Пенсильвания. Взяв за основу проект германского вертолета Fw-61, американцы в 1941 году спроектировали двухвинтовой вертолет XR-1 А. Последний, в свою очередь, послужил опорной точкой для создания почти схожего с ним внешне конвертоплана взлетной массой 24 тонны. Принципиальное отличие состояло в том, что его воздушные винты могли поворачиваться, наклоняясь вперед, и обеспечивать машине полет по-самолетному. Следующая попытка успешно «скрестить» вертолет и самолет была предпринята в начале 1947 года специалистами компании «Трансцендентал Эркафт Корпорейшн» из Ньюкасла, штат Делавер. На этот раз авиаконструкторам удалось создать действительно работоспособный летательный аппарат, который сумел подняться в воздух и в целом подтвердил правильность выбранных технических решений. Отличительной особенностью машины, имевшей максимальную длину 7,93 метра и взлетную массу около 800 кг, было наличие только одного поршневого двигателя – он располагался внутри фюзеляжа и работал на оба трехлопастных воздушных винта противоположного вращения (диаметр винта – 5,18 м), расположенных в концевых частях крыла размахом 6,4 метра. Максимальная мощность четырехцилиндрового двигателя Lycoming O-290-A, размещавшегося в фюзеляже непосредственно за пилотской кабиной, достигала 160 л. с., при 3000 об./мин. Максимальная скорость полета в режиме по-самолетному – 256 км/час (винты – не более 633 об./мин.), в режиме по-вертолетному – 196 км/час (не более 240 об./мин.). Переход из одного режима в другой занимал не более 3 минут, при этом винты могли поворачиваться в пределах 82 градусов. Запас топлива позволял находиться в воздухе до 1,5 часов [6].

Советские конструкторы, реально оценивая большое количество сложностей, связанных с разработкой преобразуемого аппарата, достаточно длительное время относились к разнообразным «сомнительным» проектам скептически, но тем не менее работы по проектам конвертопланов были и в СССР. В частности в КБ Миля. Ми-30 – это советский проект многоцелевого конвертоплана, разработка которого началась в 1972 году в МВЗ им. М.Л. Миля, руководителем проекта был М.Н. Тищенко. Внутри КБ у данной конструкционной схемы было собственное обозначение «винтоплан». Главной задачей при создании Ми-30 было обеспечение таких параметров, как дальность и скорость полета, которые превзошли бы показатели вертолетов аналогичного класса.

Конвертоплан Ми-30 рассматривался создателями в качестве перспективной замены многоцелевому вертолету Ми-8. В изначальном проекте Ми-30 был рассчитан на перевозку 2 тонн груза и 19 пассажиров, но в дальнейшем грузоподъемность машины была увеличена до 3–5 тонн, а пассажироместимость доведена до 32 человек. В 1972 году конструкторы МВЗ им. М.Л. Миля в инициативном порядке создали проект-предложение транспортно-пассажирского конвертоплана, получившего название Ми-30. По имеющейся в СССР терминологии он первоначально назывался вертолетом-

самолетом, но позднее милевцы придумали ему свое собственное обозначение – винтоплан. Главной задачей при проектировании Ми-30 было обеспечение летно-технических параметров, в первую очередь дальности и скорости полета. Первоначально он должен был перевозить до 2 тонн груза и 19 человек десанта.

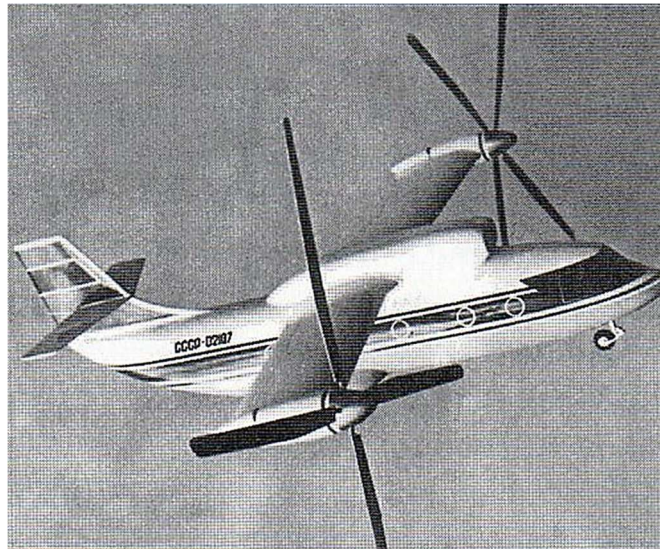


Рисунок 1 – Конвертоплан МИ-30 в горизонтальном полете

В качестве силовой установки для новой машины планировалось использовать 2 двигателя ТВ3-117, размещенных над грузовой кабиной, двигатели должны были приводить в действие с помощью трансмиссии 2 несущих-тянущих винта, имеющих диаметр в 11 м. каждый. Винты были расположены по концам консолей крыла. Расчетная скорость полета Ми-30 оценивалась в 500–600 км/ч, а дальность полета должна была составить 800 км. Взлетная масса машины – 10,6 т. К исследованиям в рамках реализации данной программы милевцы смогли подключить ЦАГИ. Вскоре совместными усилиями была начата постройка аэродинамического стенда для проведения испытаний модели винта. В то же время конструкторы ОКБ Миля создали экспериментальную летающую радиоуправляемую модель винтоплана, чтобы в полете изучить переходные режимы, управляемость и устойчивость аппарата. В процессе разработки заказчик захотел увеличить грузоподъемность Ми-30 до 3–5 тонн, а пассажироместимость довести до 32 человек. В результате этого проект винтоплана был переделан под использование 3-х форсированных двигателей ТВ3-117Ф. При этом диаметр несущих-тянущих винтов вырос до 12,5 м., а взлетная масса Ми-30 до 15,5 т. К началу 1980-х годов конструкторы и ученые из МВЗ успели проработать ряд возможных схем, компоновок и конструкций агрегатов машины, провели основательные аналитические исследования проблем динамики конструкции, аэроупругости, динамики полета и аэродинамики, характерной для преобразуемых аппаратов [8].

Учитывая глубину проработки проекта, имеющийся многолетний заводской опыт решения трудных задач, Комиссия Президиума Совмина СССР по вопросам вооружения в августе 1981 года издала постановление о создании вертолета Ми-30 с преобразуемой несущей системой (винтоплана). Созданное техническое предложение было представлено на рассмотрение заказчика и институтов МАП. Военные одобрили создание машины, но потребовали поставить на винтоплан более мощные двигатели – 2 двигателя Д-136, расчетная масса конвертоплана возросла до 30 т. В итоге создание Ми-30 было включено в госпрограмму вооружения на 1986–1995 годы. Но распад СССР и возникшими экономическими трудностями, поставили крест на винтоплане Ми-30 и он так и не выбрался из стадии проведения аналитическо-конструкторских исследований. В последний год существования СССР специалисты ОКБ проектировали 3 различных винтоплана: Ми-30С, Ми-30Д и Ми-30Л, обладавших грузоподъемностью в 3,2, 2,5 и 0,95 тонн соответственно и пассажироместимостью в 21, 11 и 7 человек.

Первые 2 конвертоплана имели максимальную взлетную массу в 13 т. их планировалось оснастить силовыми установками из 2-х двигателей ТВ7-117, а третий Ми-30Л (массой 3,75 т.) силовой установкой из 2-х АЛ-34. Велись работы и над созданием боевых вариантов.

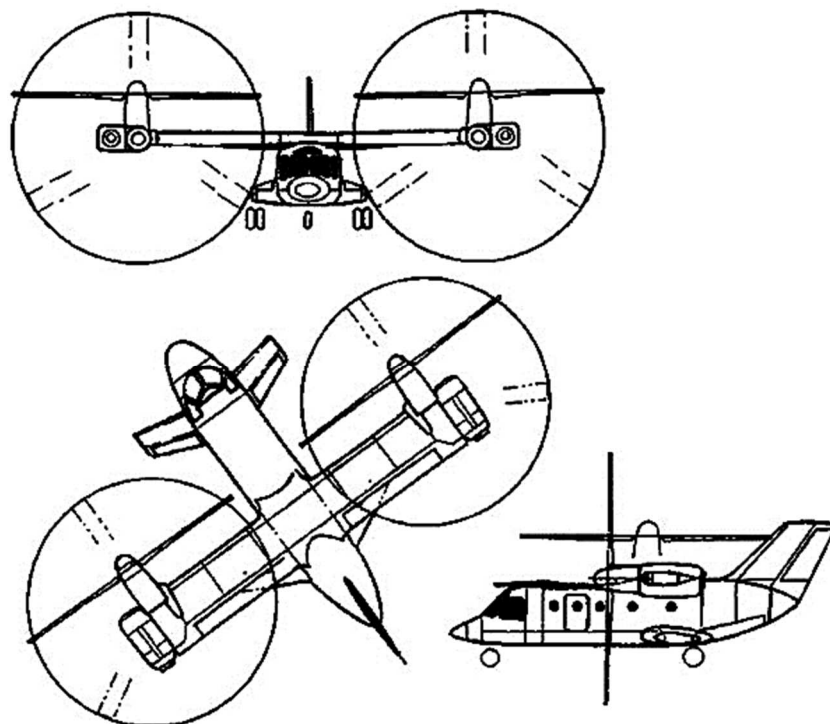


Рисунок 2 – Конструктивно-компоновочная схема конвертоплана Ми-30

В начале 1990-х годов изучалась возможность участия МВЗ им. М.Л. Миля в европейских проектах и программах, в том числе «Еврофар» и «Эврика», которые были направлены на создание конвертопланов аналогичных Ми-30. Но в то время в России еще не было условий для организации такого рода совместных проектов.

Список литературы:

1. Евгений Иванович Рукжницкий «Европейские самолёты вертикального взлёта». – Издательство «Астрель» и Издательство «АСТ», 2000.
2. Рукжницкий Е.И. Европейские самолёты вертикального взлёта. – М. : «Астрель»; «АСТ», 2000.
3. Stimson Thomas E. Your Aerial Sedan for 1967 / Thomas E. Stimson // Popular Mechanics. – 1957. – Vol. 108. – № 1. – P. 76–78.
4. Plane Mounts Retractable Rotor // Popular Mechanics. – 1956. – Vol. 106. – № 2. – P. 71.
5. Retractable Rotor System // Military Review. – 1957. – Vol. 36. – № 10. – P. 63.
6. Hiller will test folding retractable rotor design // American Helicopter. – 1956. – Vol. 42. – № 6. – P. 10–11.
7. Folding Rotor // Flying Magazine. – 1956. – Vol. 59. – № 2. – P. 43.
8. В России появятся боевые конвертопланы // РГ. – 2017.

НЕИЗВЕСТНЫЕ ПРОФЕССИИ САМОЛЕТА ЯК-40



UNKNOWN PROFESSIONS OF THE YAK-40

Молчанов В.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Анцупов И.С.

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

Аннотация. Авторы посвятили статью первому советскому пассажирскому самолету Як-40 созданного для работы на Местных Воздушных Линиях и грунтовых аэродромах о вариантах его использования в мирных и военных целях. Модифицированный Як успешно прошла летные испытания и громко заявил о себе. Переделка самолета не требует больших экономических затрат, все работы выполняются на линейке старых машин.

Ключевые слова: Аэрофлот, пассажирский самолет, двигатель, технологии, лаборатория, метеослужба, Яковлев, конструкторское бюро.

Molchanov V.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Antsupov I.S.

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

Abstract. The authors devoted an article to the first Soviet Yak-40 passenger aircraft designed to work on Local Air Lines and unpaved airfields about the options for its use for peaceful and military purposes. The modified Yak successfully passed flight tests and loudly declared itself. The redesign of the aircraft does not require large economic costs, all work is carried out on a line of old machines.

Keywords: Aeroflot, passenger aircraft, engine, technologies, laboratory, meteorological service, Yakovlev, design bureau.

*«...Авиация никогда не перестанет
занимать, восхищать и всегда
снова удивлять свободные умы».*
А. Куприн – русский писатель.

В послевоенный период в Советском Союзе быстрыми темпами стала развиваться гражданская авиация. Страна восстанавливала разрушенное народное хозяйство, а также осваивала бескрайние просторы Севера, Сибири и Дальнего Востока. Русское бездорожье преодолели воздушные трассы и местные линии. Летчики-фронтовики сменили боевые машины на кабины гражданских самолетов, достойно продолжали свою работу в мирном небе. В городах и поселках строились аэропорты и авиастанции, в которые хотя бы один раз в день прилетал самолет или вертолет. Юноши и девушки стремились на работу в Аэрофлот, красивая форма, достойная зарплата, да и сама профессия летчика и стюардессы была престижной.

Самолеты Ан-2, Як-12, вертолеты Ми-1 и Ми-4 знали во всех уголках огромного Союза. Советские авиаконструкторы инженеры разработали и запустили в серийное производство десятки новых пассажирских и транспортных самолетов и вертолетов, которые по своим характеристикам не уступали зарубежным машинам. Первый послевоенный пассажирский самолет Ил-12 в ОКБ С.В. Ильюшина начали создавать еще в 1943 г., по личному указанию И.В. Сталина. В пятидесятых годах двадцатого столетия появилась целая линейка отличных пассажирских самолетов. Это Ил-14, Ил-18, Ил-62, Ил-86; Ту-104, Ту-114, Ту-134, Ту-154; Ан-8, Ан-10; Як-40; Як-42. В тот период они составляли основу авиапарка Аэрофлота и обеспечили транспортную доступность всех регионов нашей бескрайней Родины, от крайнего Севера до высокогорья Памира. Советские воздушные корабли достойно представляли отечественную авиацию в аэропортах различных странах мира.

Отечественные самолеты и вертолеты пользовались хорошим спросом на авиационном мировом рынке, как в социалистических, так и в капиталистических странах.

Комфортабельные пассажирские лайнеры А.Н. Туполева и С.В. Ильюшина, на местных воздушных линиях представляли надежные Ан-2 и Як-12, но в их кабинах гулял ветер и мороз, летняя жара и духота. Стране был нужен хороший, надежный самолет в котором пассажирам было бы комфортно, тепло и уютно.

Появление уникального самолета Як-40, требовало новое время, СССР соби-рался вступить в международную организацию ИКАО у которой были жесткие стандар-ты к пассажирским самолетам.

Аэрофлот предъявил требования: загрузка до 30 пассажиров, два двигателя, экономичный, безопасный, комфортный. С учетом реалий нашей страны, самолет дол-жен взлетать и садиться на грунтовые аэродромы. Наш гениальный авиаконструктор А.С. Яковлев создатель знаменитых истребителей первых всепогодных перехватчиков, вертолетов и самолета с вертикальным взлетом, справился с этой задачей реализовав эти требования в знаменитом и уникальном самолете Як-40.

На его проектирование и постройку понадобился всего один год. 21 октября 1966 г. летчик-испытатель Арсений Колосов впервые поднял самолет в воздух.

Самолет предназначен для полетов на местных воздушных линиях протяженно-стью до 1500 км. Вмещает он от 27 до 32 пассажиров. Крейсерская скорость истинная – 510 км/ч. Крыло имеет большую площадь – 70 м². Это позволило отказаться от слож-ных многощелевых предкрылков и закрылков. В то же время сочетание такого крыла с тремя реактивными двигателями АИ-25 (тяга каждого – полторы тонны) обеспечивает высокие взлетно-посадочные характеристики.

Важное достоинство силовой установки Як-40. Средний двигатель, размещен-ный в фюзеляже, имеет реверс тяги – специальное устройство, изменяющее при тор-можении самолета направление струи выхлопных газов. Поэтому пробег машины при посадке – всего лишь 400 м. Причем реверсивные щитки – принадлежность самолета, а не двигателя. Это очень важно для унификации всех двигателей и упрощения замены среднего двигателя, если возникнет необходимость его отремонтировать.

Шасси самолета оснащено мягкой амортизацией и колесами необычно большо-го диаметра, что уменьшает удельное давление на поверхность взлетного поля. По-этому Як-40 спокойно взлетает и садится на грунтовых аэродромах.

Самолет оснащен современным радиоэлектронным навигационным и пилотаж-ным оборудованием. Управление облегчает автопилот. Як-40 оборудован эффективной воздушно-тепловой противообледенительной системой. Радиометеолокатор «Гроза помогает обнаружить грозовые фронты по пути полета.

Ресурс самолета доведен до 30000 часов, а срок службы – до 25 лет. В КБ сов-местно с другими организациями рассматривался вопрос о возможности увеличения назначенного ресурса до 35000 часов и срока службы до 35 лет.

Начиная с 1967 г., Як-40 – участник всех авиационных салонов во Франции, Швеции, Японии, Италии, Англии, ФРГ и других странах. Машина побывала и во многих государствах Европы, Азии, Африки, Австралии и Америки с демонстрационными по-летами. Одних только их – около 500000 км.

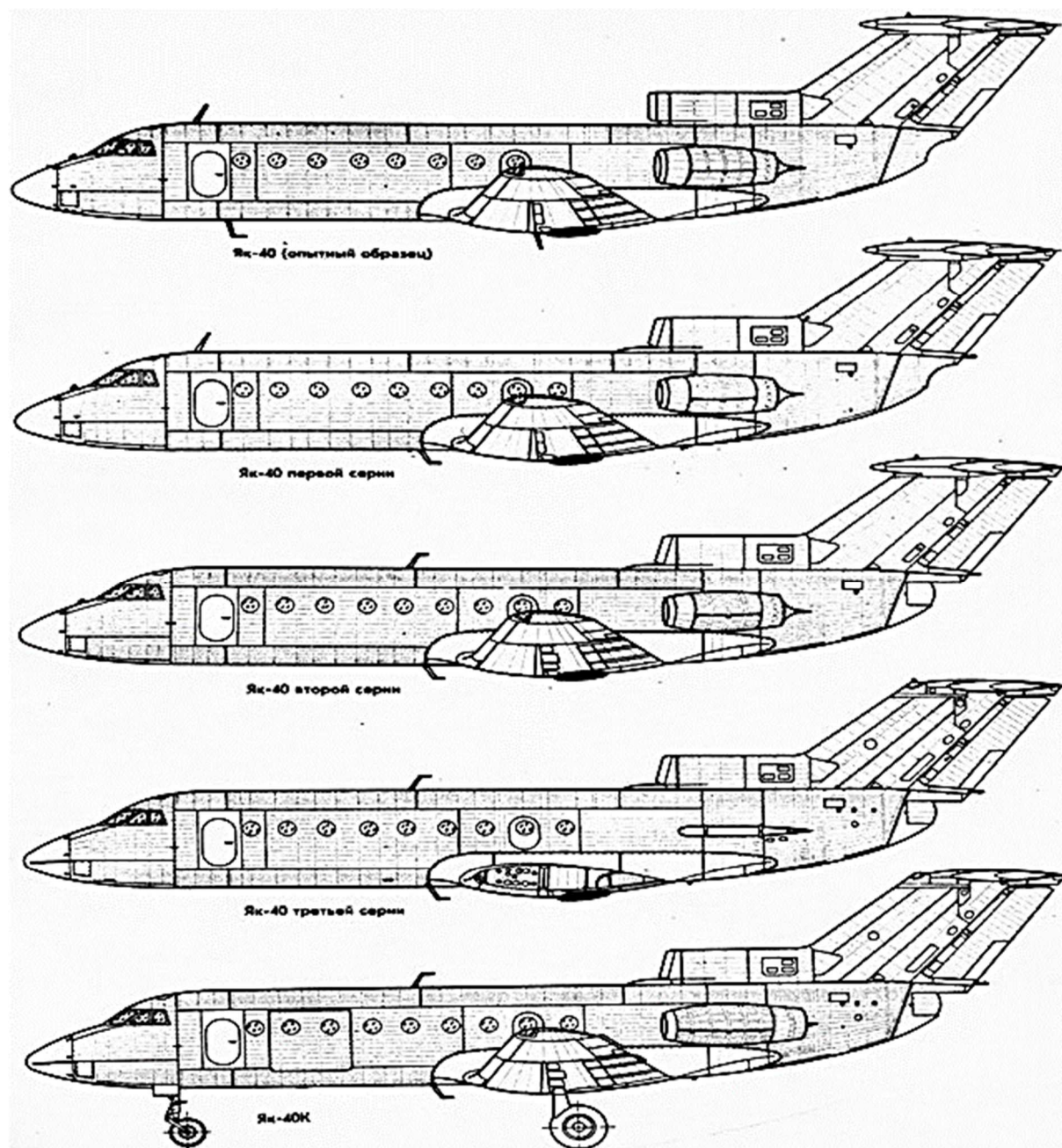
Як-40 стал первым советским самолетом, который продавался в капиталистиче-ские страны, имеющие свою собственную развитую авиационную промышленность. В марте 1972 г. машина получила сертификат летной годности в Италии, а через полтора месяца – в ФРГ. Авиакомпания 16 государств мира эксплуатировали Як-40. Всего со-ветская авиационная промышленность выпустила 1011 самолетов Як-40.

В 1981 г. прекратился их выпуск, но жизнь минилайнера на этом не закончена. 25 лет на трассах воздушного океана – это ли не подтверждение надежности конструк-ции, правильности технического решения сложных проблем, возникших при создании Як-40.

А конструкторы и технологи Минского авиаремонтного завода № 407 ГА не толь-ко вдохнули вторую жизнь в самолет, но и совместно со специалистами ОКБ создали новые модификации Як-40 – летающие лаборатории для народного хозяйства, которые в последнее время приобретают все большее значение.

В нашей стране самолет Як-40 нашел самое широкое применение. К середине 70-х годов самолет полностью вытеснил с местных воздушных линий ветеранов Ли-2,

Ил-12 и Ил-14. Освоив полеты более чем в 300 населенных пунктах, самолеты Як-40 к началу 90-х гг. перевезли более 80 миллионов пассажиров.



Як-40 (опытный); Як-40 (первый); Як-40 (второй); Як-40 (третий); Як-40К

История самолета еще не закончена. Опыт эксплуатации Як-40 в России и в 18-ти зарубежных странах показал ошибочность принятия решения о снятии его производства. Замена двигателей АИ-25 современными, более экономичными позволила бы расширить выпуск самолетов и увеличить его экспорт.

Поставка Як-40 на экспорт началась в 1970 г., спустя четыре года после первого полета. За десять лет в страны Европы, Азии и Республику Куба продано 125 самолетов Як-40 различных модификаций и вариантов компоновок. Экспортные самолеты имеют ряд отличий от серийных по составу пилотажно-навигационного и бытового оборудования.

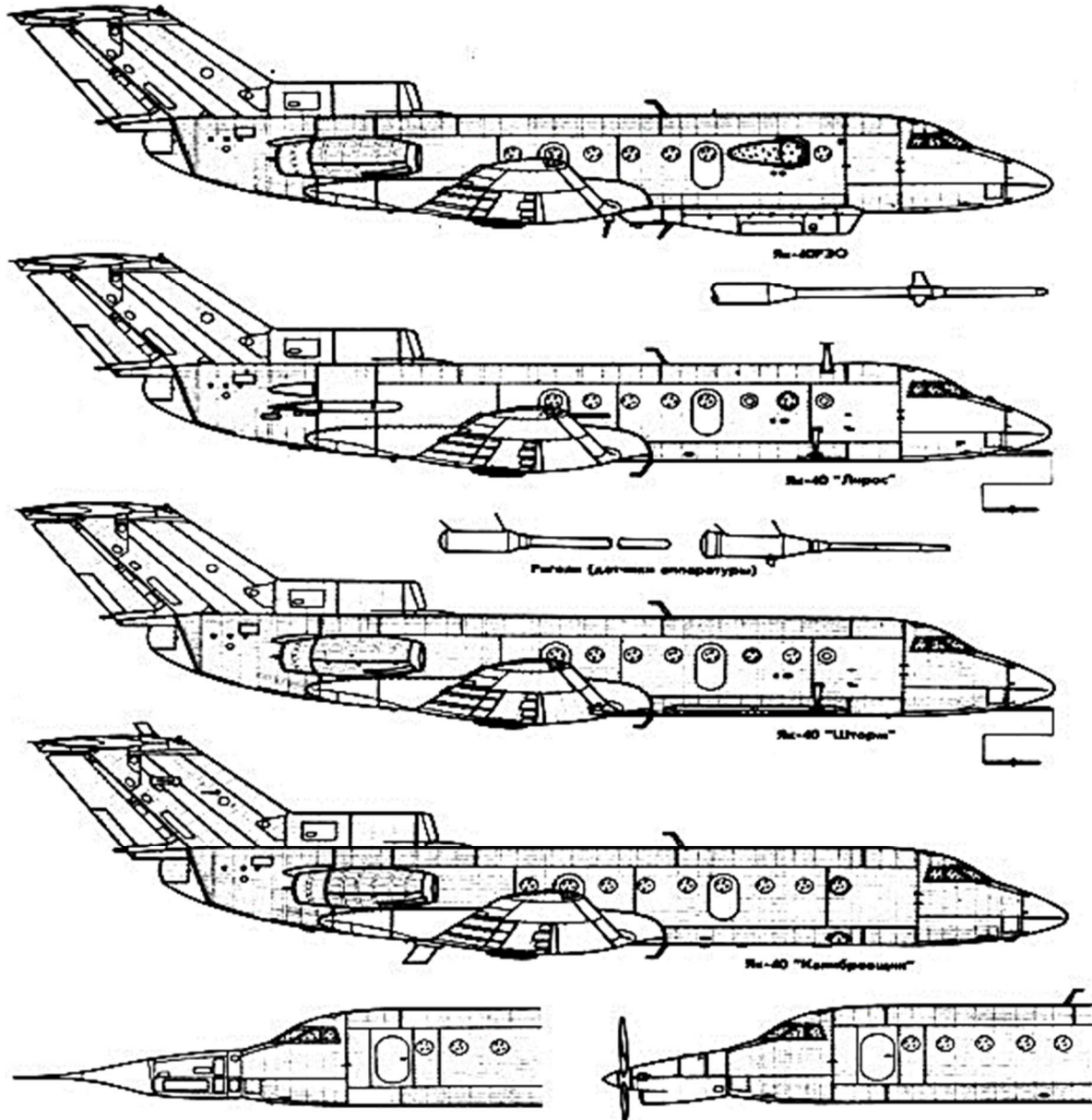
Модификации самолета Як-40 и варианты компоновок

Як-40 опытный. Первый поднялся в небо 21 октября 1966 г. Была построена серия из 6 опытных машин, которые конструктивно отличались от серийных самолетов.

В отличие от последних опытные Як-40 имели прямой, а не скошенный воздухозаборник среднего двигателя. По обоим бортам фюзеляжа расположено по 8 иллюминаторов. Расшивка вертикального оперения до второй серии была другой конфигурации. Мотогондолы боковых двигателей крепились к пилонам, имеющим характерные зализы к фюзеляжу.

На опытных самолетах и Як-40 первой серии у среднего двигателя отсутствовали створки реверсивно-тормозного устройства – они появились на машинах со второй серии.

Як-40 серийный. Эти самолеты конструктивно также отличались между собой. В зависимости от компоновки салона машины всех трех серий имели или 8, или 9 иллюминаторов в пассажирском салоне.



Як-40РЭО; Як-40 «Лирос»; Як-40 «Шторм»; Як-40 «Калибровщик»

Як-40-25; Як-40 для испытаний двигателя М-602У машин первой и второй серии характерный обтекатель антенны вертикального оперения. С первой серии и на последующих воздухозаборник среднего двигателя со скосом и опирается на небольшой гребень.

Самолет оборудован дополнительными средствами связи и специальной аппаратурой. В варианте салона 1-го класса выпущено 32 самолета.

Як-40 с салоном 2-го класса на 16 мест выпускался также только в экспортном варианте, а на 20 мест – используется для полетов как внутри страны, так и поставляется зарубежным заказчикам. Выпущен 51 самолет.

К собственно модификациям Як-40 относятся следующие самолеты: Як-40ДТС, Як-40К, Як-40 (калибровщик) и Як-40П.

Як-40ДТС (десантно-транспортный, санитарный). Не секрет, что любой гражданский самолет может быть использован для военных целей. Такой вариант предусмотрен и для Як-40. Самолет Як-40ДТС предназначен для наземного и воздушного десантирования людей и грузов, а также для перевозки сидячих и носилочных раненых с оказанием им необходимой медицинской помощи в полете.

Як-40К – конвертируемый вариант. С 1975 по 1981 гг. выпускались самолеты в этом варианте для грузовых и смешанных перевозок. Максимальная коммерческая нагрузка в грузовом варианте была увеличена до 3200 кг.

Конвертируемый вариант создан на базе серийного 32-местного самолета и предполагает быструю перекомпоновку пассажирской кабины в грузопассажирский или грузовой вариант.

Применение конвертируемого самолета обеспечивает более гибкое его использование и, соответственно, большую экономическую эффективность. Грузопассажирский вариант рассчитан на перевозку пассажиров от 10 до 18 человек с пассажирами и грузами – с максимальным весом от 2150 до 1150 кг соответственно.

Як-40 – самолет-калибровщик. По заказу венгерской авиакомпании «Малев» самолет из варианта «салон» переоборудован в самолет-калибровщик для проверки работы наземных радиомаяков. С этой целью он оснащен комплектом оптических приборов, вычислительным комплексом, дополнительным индукционным датчиком. Як-40 (калибровщик) построен в единственном экземпляре.

Як-40П. В 1977 г. конструкторский коллектив ОКБ разработал модификацию серийного самолета – Як-40П с повышенной дальностью полета. Для этой цели на обеих консолях крыла предполагалось подвесить дополнительные топливные баки в обтекателях на 1000 л каждый. Проект не был реализован, но представляет интерес как замысел конструкторов по эффективному использованию конструкции Як-40.

Самолеты-лаборатории Як-40 можно условно разбить на три группы:

- метеолаборатории, в которые входят самолеты Як-40 «Аква», Як-40 «Лирос», Як-40 «Метео», Як-40 «Фобос» и Як-40 «Шторм»;
- самолеты-лаборатории для испытания и проверки радиоэлектронного оборудования, в которые входят самолеты Як-40 РЭО и Як-40-25;
- самолет-лаборатория для испытания двигателя М-601.

Як-40 «Аква». На основании рацпредложения № 1/520 от 6.03.1986 г. Украинского НИИ Госкомгидромета конструкторы Минского авиаремонтного завода № 407 ГА создали специализированный самолет-лабораторию Як-40 «Аква». С его помощью можно проводить научно-исследовательские и практические работы. Основное назначение: исследование атмосферы и облаков с использованием контактных и дистанционных методов измерений, исследуемых параметров; проведение активных воздействий на конвективные облака с целью образования искусственно стимулируемых осадков; осуществление контроля загрязнения воздушной среды. Цели и задачи Як-40 «Аква» почти аналогичны целям и задачам метеолабораторий «Шторм», «Лирос», «Метео».

Однако в отличие от других самолетов-метеолабораторий на Як-40 «Аква» установлены подкрыльевые контейнеры системы пиротехнических генераторов воздействия СПВГ-40. В качестве пиротехнических генераторов используются пиротехнические патроны ПВ-26, прошедшие совместные испытания в Министерстве авиационной промышленности и в Министерстве машиностроения.

Самолет Як-40 «Аква» широко используется УкрНИИ Госкомгидромета. Бортовой номер Як-40 «Аква – 87937».

Як-40 «Лирос» Самолет Госкомгидромета предназначен для исследования атмосферы и облаков в широком диапазоне высот. «Лирос» проводит также активное воздействие на облака с целью изучения механизма образования искусственно стимулируемых осадков и отработки методики ввода реагента, осуществления контроля загрязнения воздушной среды.

Як-40 «Метео» Является многоцелевой метеорологической лабораторией. Техническая оснащенность Як-40 «Метео» позволяет выполнять исследовательские полеты в радиусе до 600 км, диапазоне высот до 9000 м, продолжительностью до 4 ч. Хорошие маневренные свойства и характеристики устойчивости и управляемости позволяют использовать его в равнинных областях и, что особенно важно, в горных районах. Герметичность салона и разделение его на два отсека звукозащитной перегородкой создают комфортные условия для работы научных сотрудников на борту самолета. Як-40 «Метео» оснащен комплексом информационно-регистрающей и измерительной аппаратуры, а также средствами воздействия. Датчики для измерения метеопараметров вынесены в невозмущенный воздушный поток.

Летающая лаборатория Як-40 «Фобос» позволяет проводить исследования физики атмосферы, солнечной радиации, спектрополяризационной съемки загрязнения атмосферы и водных ресурсов. Результаты работы летающей лаборатории позволяют производить экономический анализ ситуаций окружающей среды с выдачей рекомендаций для научнохозяйственных нужд и задач экологии. Бортовой номер Як-40 «Фобос» – 87304.

Як-40 «Шторм». Совместными разработчиками многоцелевого самолета-метеолаборатории Як-40 «Шторм» являются Высокогорный геофизический институт и Минский авиаремонтный завод № 407 ГА. Самолет создан для исследования различных атмосферных явлений и активного воздействия на них.

Лаборатория оснащена различными системами контрольно-записывающей аппаратуры, позволяющей вести различные исследования. Бортовой номер Як-40 «Шторм – 87992».

Годовой экономический эффект от переоборудования Як-40 в метеолаборатории с учетом затрат составляет 227748 рублей.

К самолетам-лабораториям для испытания радиоэлектронного оборудования и его проверки входят самолеты Як-40 РЭО, разработанные НПО «Взлет», и самолет-лаборатория Як-40-25.

Як-40 РЭО. Разработан коллективом научно-производственного объединения «Взлет». Предназначен для летных испытаний и исследования пилотажно-навигационного оборудования различного назначения (инерциальных систем, высотометров, доплеровских измерителей и т.д.).

Як-40-25. На одном из серийных Як-40 радиопрозрачный обтекатель метеолокатора «Гроза» был заменен носовой частью боевой машины для отработки систем радиоэлектронного оборудования. Летающая лаборатория Як-40-25 была в одном экземпляре.

Як-40 с двигателем М-602. В конце восьмидесятых годов для нового пассажирского самолета Л-610, созданного чехословацкой фирмой Летов, моторостроительное отделение той же фирмы создало турбовинтовой двигатель М-602 и воздушный винт В-518. Программа всесторонних испытаний этой силовой установки помимо многочисленных тестов и замеров на стенде предусматривала ее исследование в полете. Для этих целей институт авиационных исследований использовал Як-40, в носовой части которого был установлен испытываемый двигатель. И хотя для этих целей пригодился Ил-18, основная часть программы испытания легла на плечи Як-40.

В настоящее время более двух десятков Як-40 летают в небе России и за рубежом. В основном в малых авиакомпаниях, таких как Северсталь и Вологодское АП в частных коллекциях. Советский авиапром делал очень надежные самолеты. Несколько машин эксплуатируются в малых авиациях силовых структур, в авиачастях Росгвардии и ФСБ.

Эти самолеты перевозят руководящий состав, различные комиссии, а также небольшие оперативные группы с учетом их мобильной доставки и возможностью выполнения посадки в местах, где отсутствуют стационарные аэродромы с бетонным ВПП. В Сибирском научно-исследовательском Авиационном институте, имени Чаплыгина была проведена модернизация самолета Як-40.

Вместо трех турбореактивных двигателей на новой машине установили два, более мощных и экономичных. Удлинили крыло установили аэродинамические законцовки.

В конструкции применили композитные материалы, установили новое современное оборудование и авионику. В результате новый самолет показал неплохие данные: скорость 650–700 км/ч, потолок 10000 м, дальность 4100 км.

Модифицированный Як успешно прошла летные испытания и громко заявил о себе. Переделка самолета не требует больших экономических затрат, все работы выполняются на линейке старых машин. Решение на это пока не принято и будем надеяться, что новый Як еще увидит небо. Пора возрождать авиацию не бизнес-класса.

Список литературы:

1. Крылья Родины. Научно-популярный журнал. – 1990. – № 12; – 1991. – № 1.
2. Левинских А.А. Авиаконструктор А.С. Яковлев. МГТ, А.С. Пушкин. – М. : 1996. – 61 с.
3. Пономарев А.Н. Советские авиационные конструкторы. – М. : Воениздат, 1977. – 278 с.
4. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак, В.А. Косой // Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
5. Чумак П.В. Устройство очистки жидкости / П.В. Чумак, В.В. Терехов, Р.Р. Черный // Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
6. Терехов В.В. Сепаратор очистки жидкости центробежный / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Л.А. Пережогин // Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
7. Черный Р.Р. Устройство очистки жидкости / Р.Р. Черный, В.В. Терехов, М.И. Рябухин // Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
8. Устройство для очистки жидкости / В.Г. Докучаев, М.И. Рябухин, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.

УДК 678.6

ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ ДЛЯ ПКМ



PHENOL-FORMALDEHYDE BINDERS FOR PCM

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

Kulikov M.V.

PhD in Sciences in Technology,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
mvkulikov@list.ru

Kulikova T.A.

PhD in Sciences in Chemistry,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
takulikova@list.ru

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению фенолформальдегидных полимеров, которые благодаря ценному комплексу свойств находят применение в качестве связующих при изготовлении клеев, лакокрасочных, теплоизоляционных, композиционных материалов для использования в самых разных отраслях техники. В работе кратко рассмотрены методы получения новолачных и резольных фенолформальдегидных олигомеров. Отдельное внимание уделено применению смесей новолачных и резольных олигомеров. На их основе изготавливают клеи с повышенными адгезионными свойствами, пожаробезопасные композиционные материалы для отделки салонов пассажирских самолетов, огнеупорные материалы.

Ключевые слова: фенолформальдегидные смолы, новолачные олигомеры, резольные олигомеры, клеи, композиционные материалы, огнеупорные материалы.

Abstract. The article is devoted to the consideration of phenol-formaldehyde polymers, which, thanks to a valuable set of properties, are used as binders in the manufacture of adhesives, paints, thermal insulation, composite materials for use in various branches of technology. The paper briefly discusses methods for obtaining novolac and resol phenol-formaldehyde oligomers. Special attention is paid to the use of mixtures of novolach and resol oligomers. On their basis, adhesives with increased adhesive properties, fireproof composite materials for finishing passenger aircraft interiors, refractory materials are made.

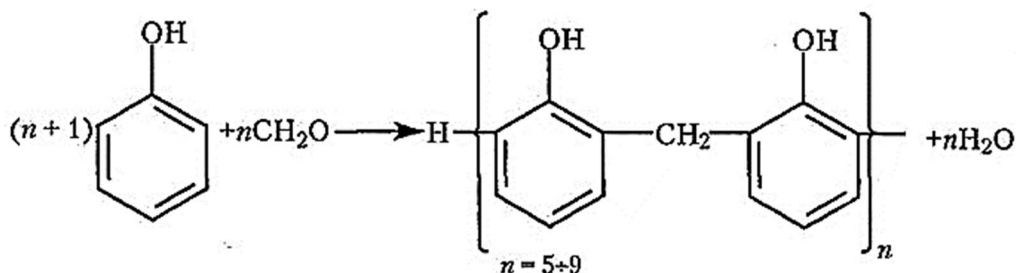
Keywords: phenol-formaldehyde resins, novolac oligomers, resol oligomers, adhesives, composite materials, refractory materials.

Термореактивные связующие на основе олигомеров различной природы обладают рядом характеристик, благодаря которым получили очень широкое распространение в различных областях техники. Они обладают низкой вязкостью, хорошей пропитывающей способностью, сравнительно низкими температурами отверждения, доступны и относительно дешевы. Из этого класса материалов наиболее распространенными являются эпоксидные, фенолоальдегидные, полиэфирные и кремнийорганические смолы.

Фенолоальдегидные смолы находят применение при изготовлении клеев, лакокрасочных материалов, тепло- и звукоизоляционных материалов, абразивных изделий, в качестве связующих в композиционных материалах (пресс-порошках, волокнитах, слоистых пластиках). Материалы на их основе отличаются высокой механической прочностью, в том числе при повышенных температурах и длительных тепловых воздействиях, высокой эрозионной стойкостью и стойкостью к горению, устойчивостью к действию кислот, хорошие диэлектрические свойства. Карбонизованные и графитизированные фенолформальдегидные материалы находят применение в качестве теплозащиты в авиационной и космической технике. Широкое распространение таких полимеров объясняется низкой стоимостью сырья, его доступностью, легкостью получения полимеров и переработки композиционных материалов, хорошими потребительскими свойствами изделий.

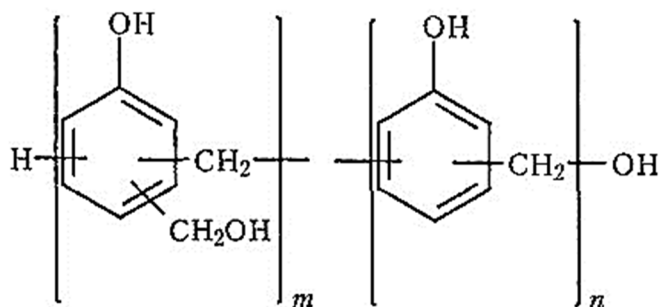
Фенолоальдегидные олигомеры получают реакцией фенола или его производных с альдегидами, главным образом с формальдегидом.

Для получения новолачных (термопластичных) олигомеров применяют кислотные катализаторы – соляную, серную или щавелевую кислоты. Реакцию проводят в избытке фенола (мольное соотношение фенол : формальдегид 1 : (0,78÷0,86)). Процесс может быть представлен следующей схемой:



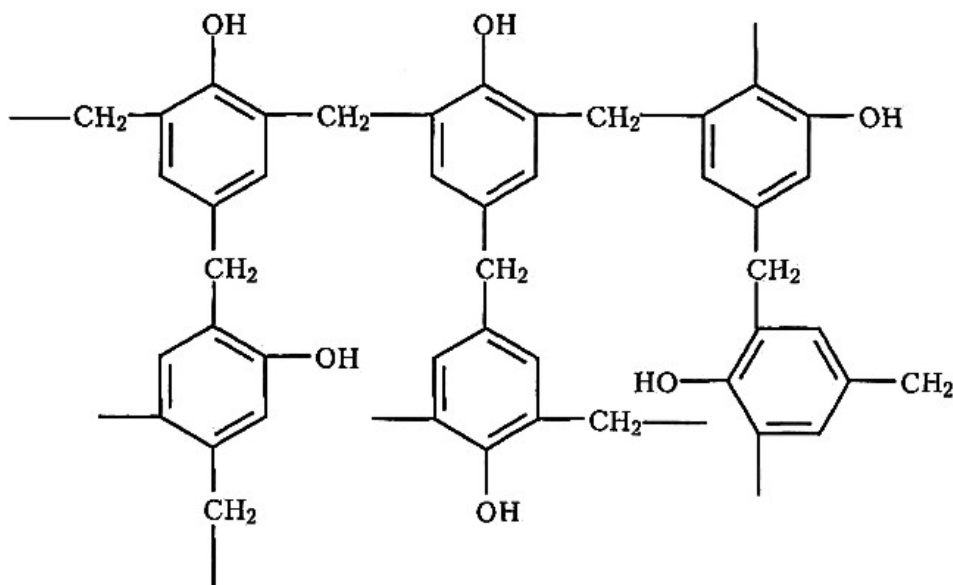
Новолачные олигомеры – твердые термопластичные продукты от светло- до темно-коричневого цвета. Они хорошо растворимы в ацетоне и спирте, но нерастворимы в ароматических углеводородах. Отверждают их при нагревании чаще всего с гексаметилентетраминном.

Резольные (термореактивные) олигомеры получают конденсацией фенола с избытком формальдегида (мольное соотношение фенол : формальдегид 1 : (1,1÷2,1)). В качестве катализаторов применяют гидроксиды калия, натрия, кальция и бария. Продукт представляет собой смесь молекул общей формулы:



где $n = 2-5$; $m + n = 4-10$

При нагревании в присутствии кислот в качестве катализаторов резолы превращаются в сетчатый полимер – резит, строение которого можно представить следующим образом:



Резиты стойки в воде, органических растворителях, большинстве кислот. Набухают и разрушаются в растворах щелочей, особенно при нагревании. Резиты атмосферостойки, устойчивы при нагревании, обладают хорошими диэлектрическими свойствами.

Резольные олигомеры, а также и резит, могут быть получены при взаимодействии новولاков с формальдегидом в присутствии оснований. Это возможно благодаря наличию в структуре новولاчных полимеров активных атомов водорода в орто- и пара-положениях к гидроксильным группам.

Резольные олигомеры имеют более разнообразные области применения и в зависимости от назначения выпускаются в виде жидких (практически безводных) или твердых (сухих) продуктов, а также в виде спиртовых растворов и фенолоспиртов.

Новолачные олигомеры имеют более высокие скорости отверждения и применяются там, где требуется именно быстрота отверждения. Напротив, для изготовления толстостенных изделий преимущество имеют резольные олигомеры ввиду большей жизнеспособностью композиций на их основе.

Большой интерес представляют композиции на основе смесей резольных и новولاчных олигомеров. Сшивка таких смесей протекает с высокими скоростями с образованием полимеров с участками линейного и разветвленного строения, обладающих повышенной прочностью. Такие композиции находят применение для получения клеев, препрегов и пластиков.

Клеи, полученные на основе смесей резольных и новولاчных олигомеров, имеют меньшую жесткость, чем на основе резольных олигомеров, и большую адгезию, чем на основе новولاчных олигомеров. На основе таких смесей получают клеевые композиции, образующие соединения с высокой прочностью при температурах 300–450 °С, предназначенные для склеивания конструкций различного назначения, в том числе в авиационной технике.

С использованием резольного фенолформальдегидного олигомера, модифицированного новولاчным получают композиционные материалы, используемые для отделки интерьеров пассажирских самолетов, в автомобильном и железнодорожном транспорте, в судостроении, отвечающие требованиям по пожаробезопасности благодаря малой продолжительности остаточного горения и незначительному дымообразованию.

На основе смесей фенолформальдегидных олигомеров изготавливают препреги с бумажными наполнителями для слоистых пластиков электротехнического назначения с высокой термостойкостью, способных выдерживать высокотемпературную пайку с применением бессвинцовых припоев.

Благодаря стойкости к термоокислительной деструкции и способности образовывать при высокой температуре кокс, обладающий значительной прочностью, а также стойкостью к действию агрессивных сред, фенолформальдегидные смолы применяют для создания огнеупорных материалов, таких как пластичные огнеупорные массы для закрытия фурменных отверстий доменных печей и при изготовлении оболочковых форм и стержней в литейном производстве.

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. Застрогина О.Б. Материалы на основе фенолформальдегидных олигомеров резольного и новولاчного типов / О.Б. Застрогина, С.Д. Синяков, Е.А. Серкова // Труды ВИАМ. – 2021. – № 10. – С. 58–66.
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 бутадиенстирольных 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. Синтез и свойства эпоксицированных низкомолекулярных сополимеров бутадиена и стирола / 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.
9. 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.
10. Хайрулин А.П. Применение углепластиков в аэрокосмической отрасли / А.П. Хайрулин, М.В. Куликов, Т.А. Куликова; КВВАУЛ // Сборник научных статей XII Междунар. научно-практич. конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – С. 107–110.

УДК 04.453

ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ САЙТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ WORDPRESS С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДКЛЮЧАЕМОЙ БИБЛИОТЕКИ JQUERY



AN EXAMPLE OF SITE DEVELOPMENT BASED ON THE WORDPRESS MANAGEMENT SYSTEM USING THE JQUERY CONNECTED LIBRARY

Кочетков В.А.

студент,
Кубанский государственный технологический университет
vvs04367@mail.ru

Степанов В.В.

доктор технических наук,
профессор,
Кубанский государственный технологический университет
vvs04367@mail.ru

Степанова М.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
mvs4967@mail.ru

Фурсина А.Б.

кандидат химических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков,
fursina74@mail.ru

Аннотация. В статье представлен пошаговый разбор примера разработки сайта для целевой аудитории на основе системы управления WORDPRESS с применением подключаемой библиотеки JQUERY. Сделаны выводы по проделанной работе.

Ключевые слова: сайт, целевая аудитория, маркетинговые составляющие, экономическая составляющая сайта, предметная область, база данных, контент, домен.

Kochetkov V.A.

Student,
Kuban State Technological University
vvs04367@mail.ru

Stepanov V.V.

Doctor of Engineering Sciences,
Professor,
Kuban State Technological University
vvs04367@mail.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
mvs4967@mail.ru

Fursina A.B.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Abstract. The article presents a step-by-step analysis of an example of developing a website for a target audience based on the WORDPRESS management system using the JQUERY plug-in library. Conclusions are drawn from the work done.

Keywords: site, target audience, marketing components, economic component of the site, subject area, database, content, domain.

Сайт – это не только ресурс, на котором можно найти полную информацию о компании, ее товарах, услугах и преимуществах. Это еще удобная возможность решать разнообразные маркетинговые и коммерческие задачи любого бизнеса.

В зависимости от назначения и целей создания, сайты условно можно разделить на несколько основных категорий: сайт-визитка, корпоративный сайт, интернет-магазин, имиджевый сайт. В зависимости от приведенной структуризации любое создание такого продукта включает в себя ряд этапов, которые нужно учитывать на первоначальном этапе, в частности это:

- выбор целевой аудитории;
- привлечение посредством определенных маркетинговых шагов;
- экономическая составляющая сайта;
- анализ конкурентов в данной области;
- создание базы данных.

Кратко опишем каждый из этапов.

Целевая аудитория – «это совокупность реальных и потенциальных потребителей товара или услуги, которые готовы изменить свои предпочтения в пользу данного товара или услуги под воздействием маркетинговых мер», то есть сортировка группы лиц, интересующихся одной тематикой [1].

Для конкретизации примера рассмотрим автомобильную тематику. В этом случае под целевую аудиторию для разрабатываемого веб-сайта попадают в основном: мужчины, возрастом от 22–45 лет, увлекающиеся автомобилями, любители путешествовать на автомобиле, имеющие желание и возможность дооснастить свой автомобиль различным тюнингом для повышения проходимости. Возможно также могут заинтересоваться мужчины, желающие начать углубляться в тюнинг данных автомобильных марок и интересующиеся информацией о возможностях доработки своего автомобиля, ценами на комплектующие. Кроме того, это могут быть просто посетители, получающие удовольствие от просмотра фото- и видеоматериалов о путешествиях на автомобилях, о различных соревнованиях проходимых машин.

Маркетинговые составляющие.

Правильным порядком продвижения веб-ресурса и привлечения посетителей будут следующие пункты:

- комплекс мероприятий по увеличению видимости сайта в поисковых системах по целевым поисковым запросам – SEO.
- технология создания и распространения тематического контента для потребителя информации с целью привлечения его внимания – контент-маркетинг.
- текстовые объявления, показываемые пользователю по запросам, которые рекламодатель выбрал в настройках рекламной кампании – это контекстная реклама.
- интернет-ресурсы, позволяющие обмениваться информацией разных форматов и формирующие у посетителя интерес к общей платформе с контентом – это Социальные медиа

Экономическая составляющая сайта.

Цель создания любого продукта и веб-сайта в частности, это получение прибыли. Например, если это онлайн-магазин, то должны появиться новые заказы, продажи, тем самым выполняя свое главное предназначение; если это информационный портал, то после написания уникальных кодов, следует ожидать покупки услуг копирайтера, таким образом, монетизация сайта – это комплекс мероприятий по извлечению дохода из своего сайта. Основой монетизации сайта является поиск подходящей партнерской программы, участие его в биржах ссылок, трафика, статей, контекстной рекламы.

В представляемой работе одним из единственных способов монетизации является интеграция. Это может быть интеграция предложений от дилерских центров, рекламные баннеры тематических автомобильных магазинов и площадок, а также помощь при продаже автомобилей на страницах владельцев.

Разработка любого веб-сайта оценивается индивидуально. Довольно сложно учесть и рассчитать финальную стоимость проекта, ведь невозможно учесть пожелания заказчика, без которых не обходится ни один проект, ни покупка необходимого программного обеспечения, ни покупка отдельных элементов проекта (домены, хостинги и другие затраты на публикацию ресурса).

Ввиду того, что данная работа выполняется без привлечения сторонних разработчиков, расходы на оплату труда дизайнеров, программистов, верстальщиков и других лиц сразу отпадают. Необходимыми покупками является только домен и хостинг, остальные работы производятся студентом лично.

Тем не менее, в таблице 1 представлена средняя цена подобного проекта при необходимости заказа у внешних исполнителей.

Таблица 1 – Средняя стоимость услуг по разработке веб-сайта

Название	Часы	Сумма (руб.)
Проектирование	3	1800
Прототип главной страницы	4	2400
Дизайн внутренних страниц	6	3600
Гайдлайн на адаптив	2	1200
HTML-верстка	12	7200
Адаптивная версия под мобильные устройства	4	2400
Программирование (натяжка дизайна на WordPress)	8	4800
Тестирование проекта	3	1800
Итого		25200

Анализ конкурентов в предметной области.

Если проект существует не первый день, то любой администратор должен знать своих конкурентов. Ведь в любой момент может появиться новый крупный соперник, либо же на сайте конкурента может появиться интересное новое введение, которое будет актуальным и для собственного проекта.

Анализируя сайты конкурентов, можно узнать такие сведения, как:

- Особенности работы со ссылочным окружением;
- Данные о стратегии работы конкурентов;
- Сведения о продукте;
- Особенности работы с рекламными кампаниями;
- Данные о поведении пользователей;
- Технические особенности дизайна веб-сайта.

В качестве конкурентов по заявленной проблеме можно сравнить с известным ресурсом *Drive2.ru*, в котором, отчасти, используются те же информационные и технические приемы, что и в *TellYourRide.ru* (табл. 2), исходя из основного критерия – дизайн сайта (чем он минималистичнее, тем более привлекателен для конечного потребителя).

Таблица 2 – Сравнение ряда функционала двух сайтов

Параметры	Drive2.ru	TellYourRide.ru
Полноценная социальная сеть	Да	Нет
Возможность создания страницы своего автомобиля	Да	Да
Минималистичный дизайн	Нет	Да
Обилие рекламных блоков	Да	Нет
Возможность удобно делиться страницей в социальных сетях	Нет	Да
Упор на определенную автомобильную категорию	Нет	Да

Создание базы данных.

База данных для сайта – это место на веб-сервере, где хранится контент веб-ресурса. Каждая база состоит из таблиц, в которой размещены записи – кортежи данных.

База данных состоит из множества таблиц, а каждая таблица в свою очередь имеет разное количество столбцов. Каждое поле таблицы имеет информацию, которая и выводится на фронтальную часть сайта. Все строки и столбцы таблицы связаны между собой, поэтому с ними можно тщательно работать: объединять, сортировать, переносить из столбца в столбец, удалять и полностью перемещать в рамках одной базы данных.

Преимущества использования баз данных перед хранением информации в файлах достаточно велико. Все системы управления базы данных (СУБД) работают на языке запросов *SQL*, и для того, чтобы поменять, добавить или удалить информацию, достаточно сделать всего один *SQL*-запрос. Огромным плюсом использования баз данных является отличное структурирование информации, например, в рамках разрабатываемого проекта, с помощью БД можно узнать сколько машин выложено в определенной категории или сколько фотографий, в среднем, загружено на странице каждого автомобиля.

Процесс создания базы данных несложен, а для ее создания, как уже говорилось, необходима программа обработки *SQ*, самая популярная из них является *MySQL*, которая и используется в 80 % веб-сайтов в мире.

Для создания контента будем использовать *WordPress*, которая на данный момент лучшая система управления контентом. Не будем забывать, что управлять страницами, редактировать записи и статьи можно во встроенном в ядро системы визуальном редакторе, в котором те или иные правки вносятся буквально за минуту.

Приступим к установке системы управления контентом. Самым первым шагом будет копирование файлов *CMS* системы на хостинг. Этот процесс не сложный, просто «перетаскиваем» файлы с компьютера в окно файлового менеджера хостинга (рис. 2).

Управление MySQL

Базы данных MySQL Доступ по IP

Для локальных подключений к MySQL используйте имя сервера «localhost». Настройки для внеш-

Создать базу данных ▾

Имя БД j796472_ tyrbase

Создать дополнительного пользователя

Логин 046789909_ admtyr

Пароль [.....] [eye icon]

Создать

Рисунок 1 – Процесс создания базы данных через хостинг-панель

Файловый менеджер

Создать
Копировать
Переместить
Удалить
Переименовать
Сменить права
Архивировать
Скачать
Загрузить

domains / j796472.myjino.ru


Имя файла	Размер	Дата изменения	Права	Владелец
wp-admin		13.12.2018 05:13	0755	j796472
wp-content		15.12.2018 14:47	0755	j796472
wp-includes		13.12.2018 05:13	0755	j796472
.htaccess	235 байт	15.12.2018 14:47	0664	j796472
index.php	418 байт	25.09.2013 04:18	0644	j796472
license.txt	19,5 КБ	06.01.2018 22:32	0644	j796472
readme.html	7,2 КБ	18.03.2018 19:13	0644	j796472
wp-activate.php	6,7 КБ	13.12.2018 04:30	0644	j796472
wp-blog-header.php	364 байта	19.12.2015 14:20	0644	j796472
wp-comments-post.php	1,8 КБ	05.05.2018 01:11	0644	j796472
wp-config-sample.php	2,8 КБ	16.12.2015 12:58	0644	j796472
wp-config.php	3,1 КБ	15.12.2018 14:46	0666	j796472

Рисунок 2 – Главная страница сайта в файловом менеджере

После того, как файлы *WordPress* оказались на хостинге, можно смело переходить по веб-адресу сайта. Следующим действием открываются окна с шагами процесса установки системы (рис. 3).

Как видно на скриншоте, необходимо подготовить и ввести информацию о существующей базе данных, пользователе базы данных и пароль от базы данных, которые были созданы ранее. Важно вводить все данные именно в том регистре, в котором они были созданы (рис. 4).

На заключительном шаге установки системы управления контентом появляется ввод текстового поля с названием сайта, выбор имени администратора, по которому будет происходить авторизация в панель администратора. Важно поставить сложный пароль, а лучше оставить предоставляемый системой, такой пароль точно не получится взломать (рис. 5).




Добро пожаловать. Прежде чем мы начнём, потребуется информация о базе данных. Вот что вам необходимо знать до начала процедуры установки.

1. Имя базы данных
2. Имя пользователя базы данных
3. Пароль к базе данных
4. Адрес сервера базы данных
5. Префикс таблиц (если вы хотите запустить более чем один WordPress на одной базе)

Мы используем эту информацию, чтобы создать файл `wp-config.php`. Если по какой-то причине автоматическое создание файла не удалось, не волнуйтесь. Всё это предназначено лишь для заполнения файла настроек. Вы можете просто открыть `wp-config-sample.php` в текстовом редакторе, внести вашу информацию и сохранить его под именем `wp-config.php`. Нужна помощь? [Пожалуйста](#).


Скорее всего, эти данные были предоставлены вашим хостинг-провайдером. Если у вас нет этой информации, свяжитесь с их службой поддержки. А если есть...



Введите здесь информацию о подключении к базе данных. Если вы в ней не уверены, свяжитесь с хостинг-провайдером.

Имя базы данных	<input type="text" value="j796472_tyrbase"/>	Имя базы данных, в которую вы хотите установить WordPress.
Имя пользователя	<input type="text" value="j796472_admtyr"/>	Имя пользователя базы данных.
Пароль	<input type="text" value="lNqm*IK"/>	Пароль пользователя базы данных.
Сервер базы данных	<input type="text" value="localhost"/>	Если localhost не работает, нужно узнать правильный адрес в службе поддержки хостинг-провайдера.
Префикс таблиц	<input type="text" value="wp_"/>	Если вы хотите запустить несколько копий WordPress в одной базе, измените это значение.

Рисунок 3 – Вводная страница установки WordPress и страница ввода данных от созданной ранее базы данных



Добро пожаловать

Добро пожаловать в знаменитую пятиминутную установку WordPress! Просто заполните поля — и вперёд, к использованию самой мощной и гибкой персональной платформы для публикаций в мире!

Требуется информация

Пожалуйста, укажите следующую информацию. Не переживайте, потом вы всегда сможете изменить эти настройки.

Название сайта

Имя пользователя
Имя пользователя может содержать только латинские буквы, пробелы, подчёркивания, дефисы, точки и символ @.

Пароль
Надёжный
Важно: Этот пароль понадобится вам для входа. Сохраните его в надёжном месте.

Ваш e-mail
Внимательно проверьте адрес электронной почты, перед тем как продолжить.

Рисунок 4 – Страница ввода дополнительной информации о сайте

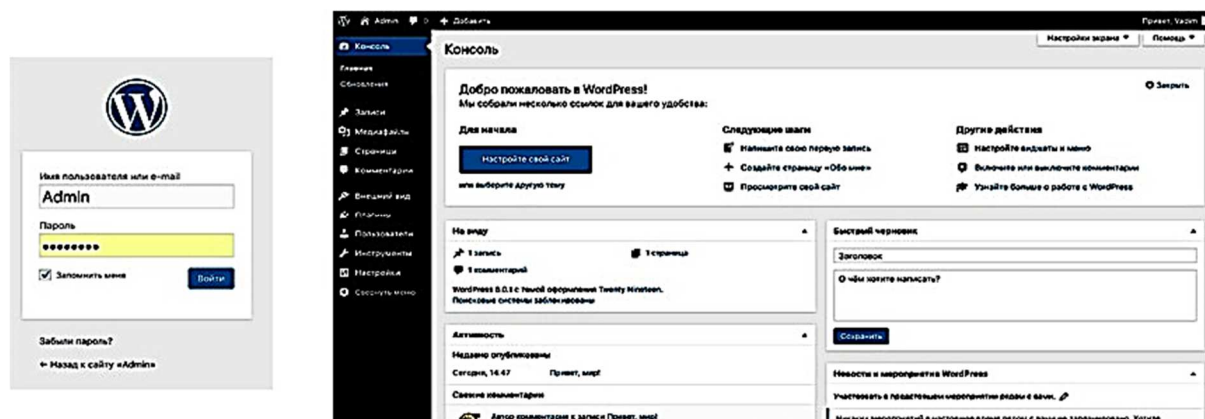


Рисунок 5 – Процесс авторизации в панель администрирования и главная страница панели администратора

На данный момент имеется установленный и полностью работоспособный веб-сайт. Следующим этапом разработки является установка заранее разработанной и сверстанной темы сайта. Так как на этапе создания прототипа было выбрано позиционирование блоков и сформирован внешний вид сайта, разработка дизайна велась исключительно по этим макетам. Чтобы этот процесс занял меньше времени и финальный продукт появился скорее, было принято решение использовать готовую тему, адаптированную и переделанную под нужды проекта.

Процесс установки шаблона в движок, публикация контента на веб-сайт, настройка графической составляющей, публикация и создание рубрик на сайте, создание марок автомобильных брендов и сортировка созданных страниц по ним, настройка ленты *Instagram* и написание уникальных новостей на веб-сайт. Все эти шаги являются машинальным набором текста и расстановкой изображений, поэтому не относятся к технической разработке веб-ресурса. Поэтому описывать их в данной статье не является целесообразным, поэтому будет упущен в данной статье.

Финальным результатом разработки веб-сайта является полностью готовая главная страница веб-сайта, элементами которой являются:

- горизонтальный слайдер изображений;
- верхняя часть сайта (шапка) с горизонтальным меню;
- блок с выбором машины недели, основывающийся на посещаемости каждой страницы и количестве отметок «нравится»;
- строка сортировки машин по маркам;
- блок с «кликабельной» фотографией автомобиля, при нажатии на которую происходит переход на страницу автомобиля;
- горизонтальная форма присоединения к проекту и созданию своей собственной страницы автомобиля (при наличии действительно интересного автомобиля, ведь все запросы модерируются администратором вручную);
- блок новостей из мира автомобилей, подходящих под тематику разрабатываемого веб-сайта;
- нижняя часть сайта (футер) с информационным полем и контактной информацией.

Финальный вид главной страницы сайта представлен на рисунке 6, а на рисунке 7 – законченный вид внутренней страницы автомобиля.

Вторичная страница сайта является более минималистичной, нацелена исключительно на знакомство с информацией об автомобиле и не включает в себя большинство блоков, использованных на главной странице.

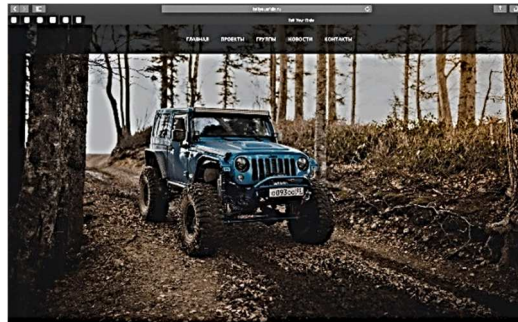
Элементами страницы автомобиля являются:

- верхняя часть сайта (шапка) с горизонтальным меню;
- горизонтальный слайдер изображений;
- контент-блок с небольшим вводным текстом автора и списком доработок автомобиля, разбитым на части устройства автомобиля;

- галерея с полноформатными и самыми лучшими фотографиями автомобиля, с возможностью сохранить любую из них на устройство;
- нижняя часть сайта (футер) с информационным полем и контактной информацией.



Машина недели.



2012 Jeep Wrangler JK Unlimited Polar build

Автомобиль подготавливался для ежедневных поездок по городу и перевозки квадроцикла и стройматериалов. Но так получилось, что он стал еще и эвакуатором. Данный автомобиль оборудован стандартным силовым агрегатом 3,6L в сочетании с АКПП AW4 и раздаточной коробкой 231.

Двигатель

- ZL1 LSA swap
- Denton Racing custom blower cam
- ATI balancer
- 2.45 upper pulley
- Id1050x injectors
- Genesis dual battery kit

Выхлоп

- Custom built with Magnaflow mufflers
- DRIVETRAIN
- Currie RockJock 60 front with RCV shafts
- Currie RockJock 70 rear 40 spline
- ARB lockers front and rear
- 5.38 gears
- 1350 Carolina Driveline driveshafts
- Alcon Offroad BBK

Колеса и резина

- 41.5x13.5OR17 Pitbull Rocket Radials
- 17" KMC Machetes Beadlocks

Подвеска

- Evo Double Throwdown front with King Coilovers
- Genright Elite Suspension from front control arms back
- King 3.0 IBPs
- Custom made aluminum links

Свет

- Vision X Headlights
- JW Speaker Turn Signals
- Vision X Led Light Cannons
- ORO Taillights
- ORO Rock Lights

ПРОЕКТЫ



ПРОЕКТЫ

Расскажите о своем проекте!

Последние новости.

Читайте последние новости из мира проходимых машин.

<p>13 ноября</p> <p>Возвращено производство старого Land Rover Defender! Американский завод в штате Аризона приступил к производству легендарной модели, построенной на базе ультра-легкого внедорожника Mini Dethlefsen...</p>	<p>19 ноября</p> <p>Новый Jeep Gladiator вернул моду и ослепил высокие Иллюминаты Рено! и другие интересные новости с 1987 по 1992 год, мы хотим познакомить вас с историей этой легендарной модели...</p>	<p>6 декабря</p> <p>Toyota Hilux 2018 - описание и цены нового Тойота Хилу! Это легендарная модель, которая стала основой для множества модификаций в огромной линейке продукции этого концерна...</p>
---	--	--

Присоединяйтесь.

Мы всегда рады новым посетителям. Расскажите о своем автомобиле на весь мир.



info@tellyourride.ru

Фотогалерея.



Присоединяйтесь.

Мы всегда рады новым посетителям. Расскажите о своем автомобиле на весь мир.



info@tellyourride.ru

Рисунок 6 – Финальный вид главной страницы сайта

Рисунок 7 – Финальный вид внутренней страницы автомобиля

Мероприятия по подготовке к запуску веб-сайта

После полного окончания технических работ по разработке веб-сайта встает вопрос о том, как же его выложить в сеть и сделать активным доменное имя. Для этого

необходимо произвести ряд действий по выбору доменного имени сайта и приобретению хостинга или выделенного сервера для размещения всех файлов веб-сайта.

Выбор и регистрация доменного имени

Для того, чтобы посетители могли попадать на разработанный веб-ресурс, необходимо подобрать и зарегистрировать доменное имя. Это та самая строчка, которая вводится в браузере в поисковой строке.

Доменное имя – символьное имя, служащее для идентификации областей – единиц административной автономии в сети Интернет – в составе вышестоящей по иерархии такой области. Каждая из таких областей называется доменом. Общее пространство имен Интернета функционирует благодаря DNS – системе доменных имен, наиболее популярными среди них являются: *ru, com, net, org*.

Процесс регистрации доменного имени, ввод dns-адреса выбранного хостинга представлен на рисунке 8.

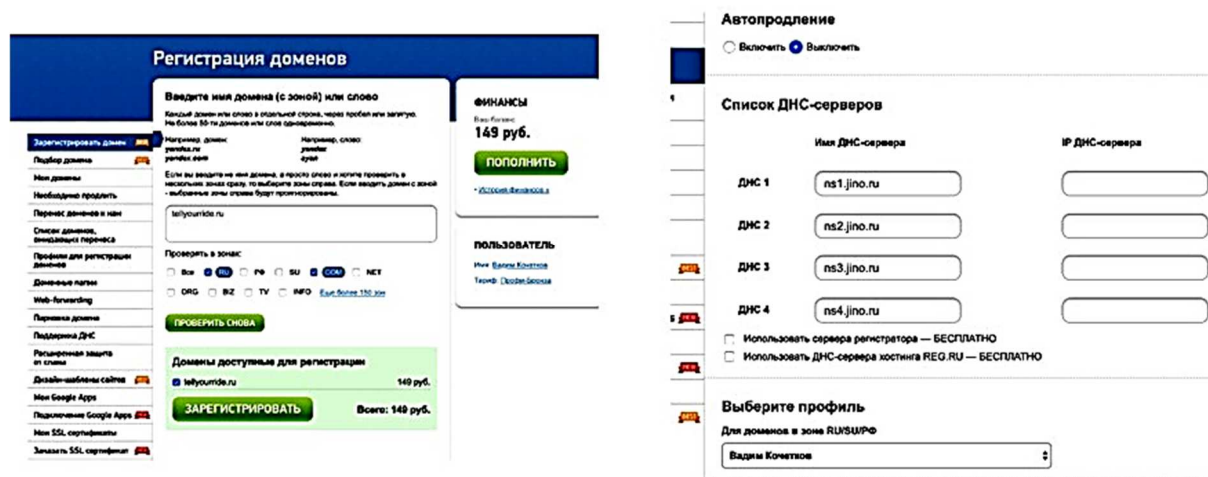


Рисунок 8 – Проверка домена на доступность регистрации и ввод dns-адресов хостинга

После всех шагов регистрации, необходимо пройти проверку домена, ожидая результат, можно переходить к следующему пункту, а именно подключения домена к хостингу и публикации сайта в сети Интернет (рис. 9).

Управление доменами

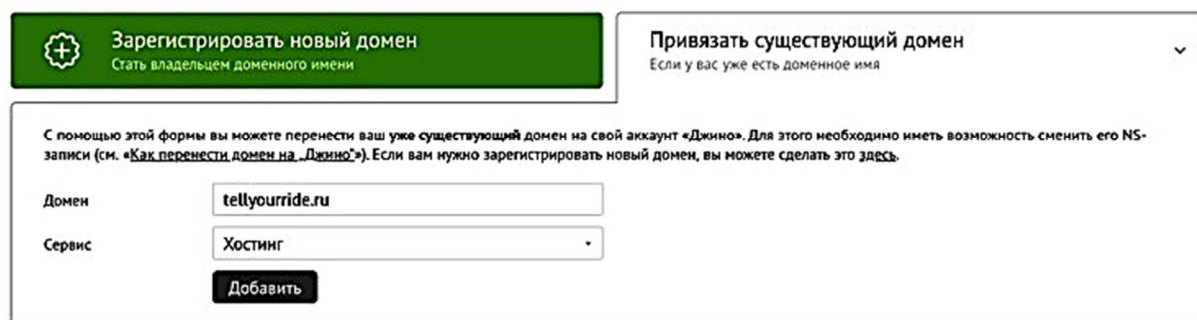


Рисунок 9 – Процесс прикрепления домена к хостингу

После прохождения описанных выше шагов веб-сайт становится доступен по доменному имени в сети Интернет.

В данной работе был рассмотрен пример разработки сайта на движке WordPress с применением подключаемой библиотеки jQuery, рядом плагинов, написанных на php и разработанным индивидуальным дизайном.

В ходе изучения и разработки проекта решены следующие задачи:

- проведен анализ крупных CMS систем и выбор необходимой;

- произведена разработка концепции и дизайн-проект сайта;
- выполнена комплексная разработка веб-сайта;
- проведены мероприятия по публикации сайта в сети Интернет.

В будущем, планируется перевести веб-сайт на английский язык, сделать автоматическое определение геолокации пользователя по IP-адресу, открыть веб-сайт на нужном, для потребителя языке.

Список литературы:

1. Орлов С.А. Программная инженерия : учебник для вузов. – Изд. 5-ое. – СПб. : Питер, 2017. – 640 с.
2. Орлов С.А. Теория и практика языков программирования : учебник для вузов. – Изд. 2-е. – СПб. : Питер, 2013. – 688 с.
3. 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.
4. Степанов В.В. Алгоритмы, программы, комплексы, модели интеллектуального анализа данных в прикладных задачах информатики / В.В. Степанов, М.В. Степанова, В.А. Коссой // В сборнике: XIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 62-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей конференции. – Краснодар, 2023. – С. 118–124.
5. 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 678.667.6

**МОДИФИКАЦИЯ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ И ОТВЕРДИТЕЛЕЙ
ДЛЯ ПОКРЫТИЙ БАРЬЕРНОГО ТИПА**



**MODIFICATION OF EPOXY RESINS
AND HARDENERS FOR BARRIER-TYPE COATINGS**

Кулешов М.Ю.

Краснодарского высшего
военного авиационного училища летчиков
kvvaul@mail.ru

Фурсина А.Б.

кандидат химических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fursina74@mail.ru

Степанова М.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
mvs4967@mail.ru

Буков Н.Н.

доктор химических наук,
профессор,
Кубанский государственный университет
nbukov@mail.ru

Аннотация. В работе обобщены результаты исследований и применения защитных покрытий на основе эпоксидных смол с различными наполнителями, обеспечивающими различные физико-химические, механические и эксплуатационные свойства.

Ключевые слова: эпоксидная смола, покрытие, наполнитель, свойства, применение.

Kulechov M.Yu.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mail.ru

Fursina A.B.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
mvs4967@mail.ru

Bukov N.N.

Doctor in Chemical Sciences,
Professor,
Kuban State University
nbukov@mail.ru

Abstract. The paper summarizes the results of research and application of protective coatings based on epoxy resins with various fillers providing various physico-chemical, mechanical and operational properties.

Keywords: epoxy resin, coating, filler, properties, application.

Одной из основных причин, вызывающих снижение прочности авиационных конструкций, является возникновение коррозии. Зазоры, щели, микро- и макрополости в конструкциях летательных аппаратов создают благоприятные условия для задержания влаги и электролитов, а наличие в конструкции крепежных соединений и контактных пар разнородных материалов приводит к развитию коррозии при эксплуатации в различных климатических условиях [1].

Помимо летательных аппаратов, агрессивному воздействию окружающей среды постоянно подвергаются ангары для хранения горюче-смазочных материалов и самолетные ангары. Назначение самолетных ангаров весьма разнообразно: место стоянки самолётов, их технического обслуживания, покраски, содержания, профилактического осмотра, а также хранения съёмных агрегатов и запасных частей.

В настоящее время проблеме долговечности изделий и конструкций различного назначения из бетона, стали, железобетона уделяется большое внимание. Существующие на сегодняшний день защитные покрытия по бетону и железобетону подразделяют на лакокрасочные легкие, мастичные усиленные, в том числе армированные и полимербетонные.

Длительную и надежную работу в конкретных условиях эксплуатации могут обеспечить защитные покрытия на основе эпоксидных смол, которые обладают повышенной адгезией к различным поверхностям, хорошими электроизоляционными свойствами, имеют повышенную прочность, технологичны при нанесении.

Надежная защита конструкций из металла и бетона от агрессивных сред, атмосферного воздействия, коррозии занимает особое место в комплексе мероприятий по уходу и эксплуатации конструкций.

Одним из наиболее эффективных способов защиты металлов и конструкций на их основе является использование защитных покрытий барьерного типа [2, 3]. В настоящее время известно множество классов полимеров, таких как: акриловые, алкидные, эпоксидные, полиуретановые смолы, формальдегидные конденсаты, природные смолы, масла, битумы и др., которые широко используются не только для защиты разнообразных конструкций от воздействия различных агрессивных сред, но и для придания декоративных свойств поверхности.

В нашей работе предлагаются к рассмотрению обобщенные результаты исследований и применения защитных покрытий на основе эпоксидных смол с различными наполнителями, обеспечивающими различные механические, физико-химические и эксплуатационные свойства.

Большую нишу в лакокрасочных материалах занимают эпоксидные смолы, которые являются наиболее распространенными высокоэффективными конструкционными клеями, особенно в автомобилестроении и авиастроении. Эпоксидные смолы превосходят другие продукты по следующим свойствам: стойкость к химическому воздействию и коррозии, износостойкость, очень низкая усадка и связанная с этим деформация, низкая чувствительность к влаге при отверждении, высокая адгезия к подложкам различных типов. Кроме того, эпоксидные смолы позволяют создавать защитные композиции, не содержащие органических растворителей, что обеспечивает их экологичность и экономичность (возможность нанесения слоев большой толщины за один проход).

В настоящее время ведутся активные исследования возможности модификации эпоксидных смол и отвердителей, для получения новых материалов с улучшенными физико-химическими и эксплуатационными свойствами. В работе [0] изучается природа адгезионных свойств эпоксидных покрытий к различным подложкам. К поверхностным характеристикам, позволяющим прогнозировать способность материала к адгезионному взаимодействию, относится параметр кислотности. Данный параметр дает информацию о кислотно-основных свойствах изучаемой поверхности, и как следствие, и о возможности вступать в кислотно-основное взаимодействие в адгезионном соединении. В ходе работы была обнаружена связь между адгезионной способностью эпоксидных пленок к различным металлическим поверхностям и приведенным параметром кислотности элементов, участвующих в образовании адгезионного соединения. Оказалось, что чем больше приведенный параметр кислотности и, следовательно, чем больше разница в кислотности по Льюису взаимодействующих поверхностей, тем выше адгезионная стойкость соединения. Полученные в цитируемой работе результаты подтверждают правомерность использования кислотно-основного подхода к решению задачи регулирования адгезионного взаимодействия.

Модификация полиэтиленполиамина (ПЭПА), описанная в работе [0] позволяет значительно повысить величину и стабильность адгезии эпоксидных покрытий холодного отверждения, причем наибольший эффект дают модификаторы с ацетиленовыми концевыми группами. Установленное ранее и подтвержденное авторами статьи явление повышения прочности адгезионной связи эпоксидных покрытий, отвержденных ПЭПА, модифицированных предельными алифатическими соединениями, в условиях воздействия горячей воды открывает перспективу повышения защитных свойств и долговечности покрытий при их эксплуатации в средах, характерных для ряда технологических процессов подготовки и переработки природного газа.

Однако на наш взгляд, повышение адгезионной прочности в данной работе связано с приданием временной гидрофобности покрытия, за счет введения ароматических соединений.

Повышение адгезии эпоксидных композиций достигается так же введением кремнийсодержащих соединений [0]. Авторы данной работы изучают влияние кремнийорганических отвердителей на эксплуатационные и физико-механические характеристики покрытий на основе эпоксидного олигомера ЭД-20. В качестве отвердителей для

эксперимента были выбраны АМГ-9 (продукт на основе γ -аминопропилтриэтоксисилана и ν -аминопропилтриэтоксисилана), АСОТ-2 (50 % раствор продукта частичной гидролитической поликонденсации γ -аминопропилтриэтоксисилана в циклогексаноне), а также синтезированные авторами опытные образцы кремнийорганических диаминов – производных γ -аминопропилтриэтоксисилана (КрООТ-1 и КрООТ-2). Исследование водопоглощения полученных покрытий показало, что замена отвердителя ПЭПА на КрООТ-1 и КрООТ-2 снижает водопоглощение покрытия в 2 раза, а также позволяет получать эпоксидные покрытия с высокими значениями физико-механических и защитных свойств.

Этими же авторами исследовано влияние другого кремнийсодержащего амина (КСА-1) на свойства эпоксидных покрытий. Показано, что применение кремнийорганического отвердителя КСА-1 позволяет получать покрытия, обладающие не только высокой прочностью, адгезией и твердостью, но также и эластичностью. Причем необходимо отметить, что при отверждении эпоксидного олигомера ЭД-20 отвердителем КСА-1 достигается высокая степень эластификации полимерной матрицы без использования модификаторов, чего нельзя достичь при использовании в качестве отвердителя полиэтиленполиаминов. Исследование прочностных характеристик покрытий, отвержденных при 100 °С, показало, что применение КСА-1 приводит к повышению разрывной прочности покрытия [0].

Были получены и описаны кремнийсодержащие огнестойкие эпоксидные смолы [0]. Эпоксидные смолы с различным содержанием кремния получены из кремнийсодержащих эпоксидов или фторполимеров, отвержденных 4,4'-диаминодифенилметаном, реактивность которых выше, чем обычных эпоксидных смол (ЭС). Температура стеклования полученных ЭС средняя и снижается при увеличении содержания кремния, так же как и температуры разложения и выход кокса. ЭС имели высокий предельный кислородный индекс и улучшенную огнестойкость благодаря содержанию кремния.

Разработано полимерное огнестойкое покрытие, содержащее отходы гальванического производства, для огне- и антикоррозионной защиты бетонных и металлических поверхностей различных строительных конструкций [0]. Покрытие разработано на основе эпоксидной диановой смолы, отвердителя полиэтиленполиамина, модификатора полиметилфенилсилоксана, пигмента и антипиреновой добавки на основе отхода гальванического производства – гальванического шлама. Использование полиметилфенилсилоксана улучшает термостойкие свойства полученного покрытия и снижает его влагопоглощение, а использование в качестве антипиреновой добавки гальванического шлама в количестве 10–50 мас.ч. придает отвержденному покрытию огнестойкие свойства.

Были изучены свойства эпоксидных формованных материалов, изготавливаемых с проведением предобработки эпоксидных или фенольных смол аminosилановыми сшивающими агентами (САГ). При обработке аминопропилтриэтоксисиланом ЭС образуется малое количество связей вследствие необратимости реакции. Гомогенные дисперсии САГ получают при обработке ими фенолов. Показано, что механические свойства формованных материалов в большей мере увеличиваются при предобработке САГ фенольных смол.

Исследовано влияния кетимина – продукта реакции триэтилентетрамина (ТЭТА) и циклогексанона – на структурирование и защитные свойства эпоксидных покрытий на мокрой стальной поверхности в 3 %-м хлориде натрия. Показано, что частичная замена аминного отвердителя ТЭТА в эпоксидной композиции ЭП-5123 на кетимин несколько замедляет ее структурирование, однако существенно улучшает защитные свойства покрытия на ее основе. Это осуществляется за счет связывания молекул воды на поверхности металла и торможению подпленочной коррозии. Модифицированная кетимином эпоксидная композиция несомненно перспективна для использования в качестве защиты металлических конструкций и резервуаров в условиях высокой влажности.

В работе [0] авторы изучили влияние кремнийорганического каучука на свойства эпоксиуретанового олигомера, отвержденного циклическим амином. В работе [0] использовали эпоксидиановый олигомер ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), для модификации которого применяли трис(p -изоцианатофенил)тиофосфат (ТИТФ) производства компании Bayer, диметилсилоксановый каучук СКТН-А, 3-триэтоксисилилпропиламин (АГМ-9). В

качестве отвердителя применяли циклический амин – изофорондиамин производства компании Evonik Industries AG (Германия), в качестве растворителя – тетрагидрофуран (ТГФ) в разных массовых соотношениях представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение компонентов в марках модифицированной эпоксиуретановой смолы

Марка смолы	Количество модификатора, м.ч.				Количество отвердителя
	ЭД-20	ТИТФ	АГМ-9	СКТН-А	
Е	100	–	–	–	27,5
EU5	100	5	–	–	27,5
EU5-10Si	100	5	3	10	26

Определены физико-механические характеристики связующих. Показано, что модификация эпоксиуретановой смолы кремнийорганическим каучуком приводит к увеличению значений физико-механических характеристик и температуры стеклования связующих. Гидрофобность покрытий на основе разработанных материалов количественно характеризовали краевым углом смачивания. Наблюдаются углы смачивания, равные 55°, 71° и 101°, для покрытий на основе Е, EU и EU-Si соответственно (рис. 1). Можно заметить, что покрытие на основе EU-Si показало более выраженный гидрофобный характер по сравнению с EU и Е.

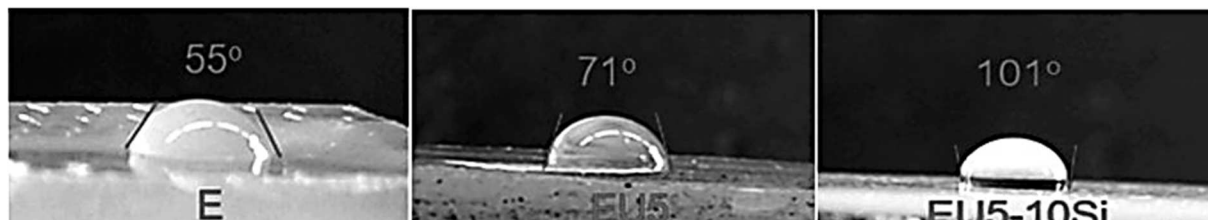


Рисунок 1 – Значения угла смачивания водой покрытий на основе ЭД-20: а) Е; б) EU5; в) EU5-10Si [9]

Запатентован состав для защитного покрытия, включающий связующее – эпоксидную диановую смолу, модификатор, отвердитель аминного типа, наполнитель и органический растворитель, отличающийся тем, что в качестве связующего он содержит эпоксидную диановую смолу или смесь эпоксидных диановых смол с молекулярным весом 1000–3500, а в качестве модификатора – низкомолекулярный эпоксиуретановый или бутадиенакрилонитрильный карбоксилатный каучук, а в качестве наполнителя нитридные кристаллы оксида цинка или нитрида бора. В качестве отвердителя аминного типа он содержит полиамидную смолу или кремнийорганический амин. Состав для покрытия также может содержать красящие пигменты и различные ингибиторы коррозии.

Сотрудниками РХТУ им Д.И. Менделеева разработаны водоразбавляемые композиции на основе эпоксидного олигомера и о-аминобензойной кислоты эмульгированием в воде с добавлением ПАВ и последующей отгонкой растворителя для получения покрытия. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Использование аминокислот в качестве ароматических аминов позволяет получить лаковые покрытия, превосходящие по физико-механическим свойствам и химической стойкости покрытия на основе алифатических аминов.

В работе [0] исследуются огнестойкие эпоксидные смолы. Авторами синтезированы новые фосфорсодержащие трифункциональные отвердители. 9,10-дигидро-9-окса-10-фосфафенантрен-10-ил-трис(4-аминофенил) метан для эпоксидных смол на основе диглицидилового эфира бисфенола А (ЭС-1) и дициклопентадиена (ЭС-2) синтезировали нуклеофильным присоединением 9,10-дигидро-9-окса-10-фосфафенантрена-10-оксида к параросанилину в присутствии триэтиламина. При исследовании свойств ЭС обнаружено, что огнестойкость смол увеличивается с увеличением содержания фосфора и удовлетворяет требованиям стандарта UI-94 V-0 при содержании фосфора в ЭС-1 – 1,8 % и ЭС-2 – 1,46 %.

Существенное влияние на качество покрытий оказывают вводимые в них напол-

нителю. Так, авторами работы [10] изучалось влияние модифицированного высокодисперсного рутила на склонность к старению и долговечность лакокрасочных покрытий. В качестве модификатора использовали полиэтиленоксид, в качестве адсорбента – пигментный диоксид титана рутильной модификации. Установлено, что полученный лакокрасочный материал (ЛКМ) в 1,5–3 раза долговечней известных покрытий на основе грунтовки ЭП-076 с эмалью ЭП-140 и грунтовки ВЛ-02,08,023 с эмалью ЭП-755 соответственно. Так же выяснены некоторые особенности подпленочной коррозии, связанные с флуктуациями измеряемого потенциала покрытия.

Исследовано влияние содержания алюминиевого наполнителя на диффузию влаги в эпоксидные клеи при их выдержке в дистиллированной и морской воде. Показано, что суммарное количество диффундируемой воды в клеях уменьшается. Так же показано, что скорость диффузии при выдержке в морской воде выше, чем в дистиллированной.

Исследовано влияние анизотропных силикатных наполнителей на свойства ЛКМ. Наиболее применяемые в промышленности наполнители, такие как тальк, хлорит, слюда, каолин, волластонит, смектитовые глины (бентонит, гекторит и др.) придают покрытиям ряд ценных свойств. Выбор наполнителя часто обусловлен экономическими факторами – удешевление стоимости конечного продукта, а также придание требуемых защитных характеристик. Рассмотрено влияние анизотропии на барьерные, прочностные свойства покрытий, укрывистость, реологию. При эффективном сочетании размеров частиц, преимуществ морфологии, силикатные наполнители существенно влияют на основные потребительские характеристики наполненных систем и расширяют возможности поиска оптимальных рецептурных решений.

Проведя глубокий литературный обзор по применению различных модификаций эпоксидных смол, можем сделать вывод о том, что данный вид покрытий находит применение в различных отраслях промышленности, и в авиационной технике в частности. Приведенные свойства рассматриваемых модификаторов окажут влияние на противодействию резким изменением температуры и влажности, воздействием УФ-излучения, влаги, а также целым рядом других факторов, приводящих к снижению прочности конструкционных материалов при длительной эксплуатации авиационной техники. Применение различных модификаторов в составе эпоксидных лакокрасочных материалов позволяет значительно улучшить эксплуатационные свойства ЛКП но к сожалению универсального наполнителя до сих пор не найдено.

Модификация ПЭПА, повышает устойчивость к воздействию агрессивной газовой среды при повышенной температуре. При добавлении кремнийсодержащих соединений, получают покрытия с высокими значениями физико-механических свойств и улучшенной огнестойкостью. Добавление кетимина тормозит подпленочную коррозию за счет связывания воды на поверхности металла, наилучшее применение в качестве защиты металлических конструкций и резервуаров в условиях высокой влажности.

Список литературы:

1. Применение модификаторов для повышения эксплуатационных свойств лакокрасочных покрытий на основе эпоксидных пленкообразующих (обзор) / В.А. Кузнецова, В.В. Емельянов, Г.Г. Шаповалов, Н.А. Коврижкина // Труды ВИАМ. – 2021. – № 12(106). – С. 63–72.
2. Нуриев О.Т. Перспективный композиционный защитный материал барьерного типа для защиты авиационных ангаров / О.Т. Нуриев, А.Б. Фурсина, Ю.А. Савицкий // VII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 56-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос: Сборник научных статей, Краснодар, 12–13 апреля 2017 года. – Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом – Юг», 2017. – С. 119–121.
3. Нуриев О.Т. Перспективы использования неорганических теплоизоляционных материалов / О.Т. Нуриев, А.Б. Фурсина, Ю.А. Савицкий // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского : Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского», Краснодар, 20–21 декабря 2017 года / КВВАУЛ им. Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар : Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом – Юг», 2018. – С. 387–389.
4. Связь приведенного параметра кислотности с адгезионными свойствами эпоксидных покрытий / И.А. Старостина, О.В. Стоянов, Р.М. Гарипов, А.И. Загидуллин, В.Я. Кустовский //

- Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. – № 5. – С. 33–36.
5. Кравцов В.В. Повышение адгезионной прочности эпоксидных композиций путем модификации полиаминного отвердителя / В.В. Кравцов, О.А. Макаренко, В.И. Плугатырь // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2006. – № 11. – С. 26–28.
 6. Влияние кремнийсодержащего амина на свойства эпоксидных покрытий / Р.М. Гарипов, М.В. Колпакова, А.И. Загидуллин, И.А. Старостина, О.В. Стоянов // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. – № 7–8. – С. 33–36.
 7. Патент № 2779120 С1 Российская Федерация, МПК С09D 163/00, С09D 5/08, С09D 5/18. Композиция для получения огнестойкого антикоррозионного теплоизоляционного покрытия и способ ее приготовления (варианты): № 2021115894: заявл. 31.05.2021: опубл. 01.09.2022 / Е.С. Макарова, Е.Н. Черезова, В.М. Войлошников [и др.]; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «ВЕСТО».
 8. Курочкин И.Н. Применение отходов гальванического производства для повышения огнестойкости полимерных защитных покрытий / И.Н. Курочкин, М.Е. Ильина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 9-1(87). – С. 36–39.
 9. Полисилоксансодержащие эпоксиуретановые олигомеры и покрытия на их основе / Н.В. Нган, Н.В. Костромина, В.С. Осипчик [и др.] // Пластические массы. – 2019. – № 3–4. – С. 3–6.
 10. Малинин А.В. Повышение защитной способности эпоксидного покрытия в водных средах при наполнении его высокодисперсным модифицированным рутилом / А.В. Малинин, В.В. Кравцов // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. – № 9. – С. 46–49.

УДК 623

«МОСКВА – СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС – СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ»
(ПЕРВЫЕ ПЕРЕЛЕТЫ ЧЕРЕЗ СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН)



«MOSCOW-NORTH POLE-UNITED STATES OF AMERICA»
(FIRST FLIGHTS ACROSS THE ARCTIC OCEAN)

Молчанов В.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Новицкая М.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье авторы исследуют вопрос истории подготовки и выполнения первых перелетов через Северный Ледовитый океан из Москвы в Соединенные Штаты Америки, советскими летчиками на отечественных самолетах. Рекорды всегда служили мерилем уровня развития авиации. Согласно Кодексу ФАИ, они делились на мировые и международные.

Ключевые слова: самолет АНТ-25, перелет, полюс, Туполев, Чкалов, Громов, экипаж, маршрут, рекорд, летчик.

Molchanov V.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Novitskaya M.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. In the article, the authors investigate the history of the preparation and execution of the first flights across the Arctic Ocean from Moscow to the United States of America, by Soviet pilots on domestic aircraft. Records have always served as a measure of the level of aviation development. According to the FAI Code, they were divided into world and international.

Keywords: ANT-25 aircraft, flight, pole, Tupolev, Chkalov, Gromov, crew, route, record, pilot.

*«Не для личной славы, а во имя славы
и могущества Родины предприняли
мы наши полеты».*
В. Чкалов – комбриг.

*«Успех дается не волею судеб,
а волею самого человека».*
М. Громов – генерал-полковник.

Восемьдесят пять лет назад, 18 июня 1937 г., с подмосковного аэродрома Щелково отправился в беспосадочный перелет через Северный полюс в США самолет АНТ-25 под управлением командира Валерия Чкалова, второго пилота Георгия Байдукова и штурмана Александра Белякова. 20 июня, через 63 часа 25 минут после старта, он приземлился на аэродроме г. Ванкувера, расположенном в штате Вашингтон (США). Без малого через месяц, 12 июля того же года, с аэродрома Щелково взлетел еще один АНТ-25, пилотируемый командиром экипажа Михаилом Громовым, вторым пилотом Андреем Юмашевым и штурманом Сергеем Данилиным, и через 62 часа 17 минут тоже беспосадочного полета приземлился в Сан-Джасинто, штат Калифорния. Установив новый мировой рекорд дальности полета.

Вот как об этом вспоминал сам Михаил Громов: «Наконец зашли на посадку. Оба моих товарища поместились на всякий случай на заднем сиденье. Самолет покапался по полю, и мы ощущали жесткие толчки. Перед взлетом самолет весил 11500 килограммов, при посадке – на 6500 килограммов меньше. Амортизации почти не чувствовалось. Но самолет благополучно остановился. Перелет был завершен. Мы находились в воздухе 62 часа 17 минут и пролетели дальше, чем кто либо до нас, дальше французов... на тысячу километров. Был установлен новый мировой рекорд дальности полета по прямой – 10148 километров!».

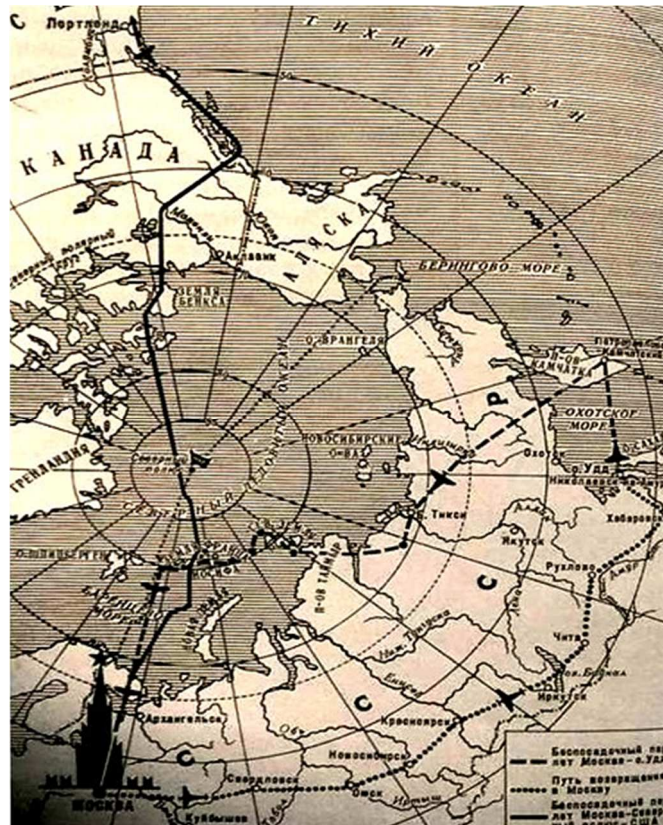


Самолет АНТ-25

Эти перелеты, беспримерные по летному мастерству, мужеству и героизму экипажей, прославили нашу страну и навсегда вошли в историю мировой авиации.

В музее г. Чкаловск бережно хранится штурманский бортовой журнал самолета № 025, пилотируемого экипажем В.П. Чкалова. Его с дотошностью, достойной наивысшей похвалы, вел А.В. Беляков. Вчитываясь в строки этого уникального документа, поражаешься, как смогли эти люди не терять самообладания и выдержки, казалось бы, в безвыходных ситуациях.

Циклоны, обледенение, магнитные бури, нехватка кислорода – это далеко не все, что им довелось испытать. Около 40 % пути летели вслепую, надеясь на показания примитивных, по нынешним понятиям, приборов. Летели без радиолокационного контроля, метеорологического и поисково-спасательного обеспечения. Любой отказ и вынужденная посадка означали одно – гибель.



Маршрут полета В. Чкалова

Да и визуальный полет требовал неусыпного внимания и высочайшего профессионализма. «Все компасные стрелки, – пишет в книге о Чкалове Г.Ф. Байдуков, – дрожат, словно хвост охотничьей собаки, почуявшей близость лисьей норы. Поэтому я получаю строжайший наказ штурмана: пользоваться только солнечным указателем курса, тем самым почти обычный гвоздь, установленный на капоте мотора, становится гвоздем всей навигации... Паршивенький штырь возведен в культ аэронавигации! И нам, летчикам, приходится все это терпеть...».

Нынешним пилотам, летающим в комфортных условиях, трудно представить, что все члены чкаловского экипажа вынуждены были сидеть в меховых куртках – температура в кабине держалась в основном ниже нуля. Продукты, особенно апельсины, замерзли. Питьевая вода замерзла тоже. Их с трудом оттаивали на трубе обогрева кабины. Да и времени на «перекус» было не густо. Первый раз это удалось сделать только спустя сутки после взлета – когда прошли Северный полюс.

Нелегко приходилось и Г.Ф. Байдукову, когда он садился за штурвал вместо командира. «Положение было чрезвычайно тревожное, – вспоминал он, – так как всем нам стало ясно: страшнейший враг авиации – обледенение – схватил нас за горло мертвой хваткой. Через час такого полета либо я разломаю самолет, либо он устремится вниз под тяжестью льда».

Лед нарастал на крыльях и винте, закрывал непроницаемым панцирем стекла пилотской кабины. Пришлось пускать в ход даже... охотничий нож. Им, просунув руку в боковую форточку, скалывали наледь с переднего стекла.

«Ах, как скверно, когда вот так делаешься игрушкой природы, – сетовал Чкалов. – До слез обидно и до жути страшно подумать, что вот сейчас твой самолет превратится в ледышку, и ты безвольно подчинишься силам природы. Набирай, дорогуша, высоту, царапайся, но лезь выше».

Но АНТ-25 даже при полной мощности мотора буквально скреб высоту метр за метром, и, казалось, вот-вот, как обессиливший альпинист, вдруг сорвется с крутого подъема и полетит в пропасть.

Но и это не все. Летчики вдруг увидели, что штырек водомера, или «чертик», как его называли они, установленный над расширительным бачком системы охлаждения двигателя, скрылся из-под стеклянного колпачка. А это означало, что головки цилиндров не омываются водой, и если не выключить зажигание, то через пять-шесть минут мотор заклинит, он остановится или разлетится на куски... Выход нашли мгновенно – пожертвовали запасами питьевой воды и даже собранной по заданию медиков мочой. Ими «запитали» систему охлаждения. «Чертик», к счастью, вынырнул под стеклянный колпачок, и беда отступила.

«Только так, Егор, – обращаясь к Байдукову, подытожил Чкалов. – Пробивайся к Тихому, а мы с Сашей ляжем, чтобы все остатки кислорода использовал ты. Лежа мы выдержим. Понял?». Выход к океану вселил надежду, что АНТ-25 сможет долететь до Сан-Франциско, а возможно и дальше. Но и здесь погода не баловала. Самолету пришлось бороться с сильным встречным ветром, скорость полета заметно снизилась, а расход бензина, напротив, возрос. По расчетам Белякова, запас бензина подходил к концу. Чкалов полез в крыло и убедился, что штурман не ошибся. Все основные баки были пусты. До Сан-Франциско явно не дотянуть, и экипаж решил садиться в Портленде.

«Не надо сюда садиться, – быстро сориентировался Валерий. – Они распродадут самолет на сувениры...». На другом берегу Колумбии притулился тихий городок Ванкувер с небольшим военным аэродромом. Посадочная полоса была там, правда, не бетонная, а грунтовая, но людской толпы возле нее не наблюдалось. Это стало главным плюсом, и усталая краснокрылая машина, повинувшись рулям, перелетела на другой берег.

Байдуков заложил над верхушками деревьев вираж, на малой высоте прошелся вдоль полосы. Подходы к ней были открыты лишь с одной стороны. С двух других мешала железнодорожная насыпь, с третьей – высокий берег Колумбии. Зашел с той, что была открыта. Сбавил обороты мотора. «Газ давай, – кричал Чкалов. Иначе плюхнемся в раскисшую часть поля». Байдуков чуть-чуть прибавил обороты и тут же вновь перевел мотор на минимальную мощность. Самолет как-то неохотно, словно не желая

приземляться, просел и осторожно опустился на землю. Перелет через Северный полюс завершился. Задание Родины было выполнено.



Г. Байдуков, В. Чкалов, А. Беляков

Штурман Беляков сделал последнюю запись в бортовом журнале: «20 июня 1937 г. 16.20 по гринвичскому среднему времени посадка в Ванкувере. Израсходовано горючего 7933 литра, или 5658 килограммов. Остаток горючего 77 килограммов».

Вышедших из АНТ-25 летчиков встретил начальник местного воинского гарнизона генерал Маршалл. Распорядившись выставить у самолета охрану, чтобы падкие на сувениры американцы не разобрали его по частям, он пригласил героев перелета к себе домой.

Пока утомленная чкаловская тройка спокойно спала на втором этаже генеральского особняка, возле него поднялась настоящая суматоха. Фотографы, корреспонденты, жители Ванкувера, военные с нетерпением ожидали появления летчиков.

Спустя тридцать восемь лет, в июне 1975 г., члены чкаловского экипажа Г.Ф. Байдуков и А.В. Беляков вместе с сыном В.П. Чкалова Игорем Валерьевичем вновь посетили Ванкувер. Они приняли участие в открытии монумента в честь перелета 1937 г.

Самолет, на котором летели почетные гости, тут же попал в кольцо жаждущих экзотики американцев. Люди всех возрастов устремились на отведенную для него стоянку. Кто-то протягивал нашим героям букеты цветов, кто-то выкрикивал слова приветствий, кто-то торопился взять автограф... Родители поднимали на плечи детей, фотокорреспонденты, не сумевшие пробиться вперед, снимали «вслепую», подняв аппараты высоко над головами.

Надо сказать, многие жители Ванкувера сохранили, как драгоценные реликвии, самые разные предметы, связанные с событиями памятного тридцать седьмого года. Так, бывший аэродромный механик Роберт Лоу показал нам половинку галеты, которую разломил для него и его коллеги Валерий Чкалов. Сержант Лори Торнер, охранявший АНТ-25, предъявил подаренную ему тогда почку папирос советской фабрики «Дукат». А бывший пилот Вальтер Ивсен трепетно достал пожелтевшую фотографию – он и его стюардесса на фоне чкаловского самолета. Даже отвертка с клеймом московского завода стала памятным сувениром для сотрудника рекламного отдела одной из фирм Ларри Нельсона.

По прибытии в Вашингтон членов чкаловского экипажа, как и в 1937 г., принял президент США. Только теперь это был не знаменитый Рузвельт, а Дж. Форд. Выйдя на зеленую лужайку перед Белым домом, он сказал: «То, что сделали эти люди в 1937 г., мы считаем событием века...».

О перелете в США М.М. Громова.

Перелет Громова, Юмашева и Данилина блестяще завершен

СТРАНА ГОРДИТСЯ ГЕРОИЗМОМ И ИСКУССТВОМ СТАЛИНСКИХ СОКОЛОВ



Экипаж совершил «АНТ-25» на Чкаловском аэродроме. Слева направо: гг. Юмашев, Громов и Данилин.

Фото А. ЕГОРОВА.

А. Юмашев, М. Громов, С. Данилин

У экипажа Чкалова и Громова были совсем разные задачи. Чкалову предстояло исследовать особенности маршрута через Северный полюс и проверить надежность самолета АНТ-25 в арктических условиях. А целью Громова было побить мировой рекорд дальности, принадлежавший ранее англичанам и французам. Без «разведки» Чкалова Громов мог не установить рекорд дальности беспосадочного полета. Используя информацию чкаловского экипажа, Громов сумел правильно оценить потребности экипажа в запасах кислорода, и это позволило лететь ему прямым маршрутом на высотах, где не было облачности, грозящей обледенением самолета.

Благодаря тщательной скрупулёзной подготовке к полету, многократно выверенному маршруту, хорошо продуманному плану и инженерно-штурманскому расчету, оставшегося при посадке запаса топлива хватало долететь до Панамы. Но был строгий приказ товарища Сталина: «Садиться только в Америке!». Их полет тоже был нелегкой прогулкой.

Из воспоминаний Михаила Громова: «Вскоре погода испортилась. Вошли в циклон. Набирая все большую высоту летим в облаках, и через несколько минут началась такая болтанка, что я стал опасаться, выдержит ли самолет! Хуже того, снова началось обледенение, и у нас стали отказывать некоторые приборы. В переговорную трубку я сообщил Юмашеву, что у меня отказал указатель скорости.

— И у меня тоже — ответил он.

Продолжали работать только авиагоризонт, высотомер, вариометр и указатель поворота. Данилин сообщил, что отказала радио — антенна обледенела, и связь с землей потеряна. Решили выйти к океану: *там холодное течение и облачность наверняка не выше двух тысяч метров. Взяли курс на юг. Лететь стало намного легче. С этого момента я 13 часов, вплоть до посадки, не покидал переднего сиденья и не ощущал усталости — я просто забыл о ней.* Классически посадив свою красивую краснокрылую машину, на которых большими буквами было написано: «USSR». Экипаж Михаила Громова навсегда вошел в историю мировой авиации.

Американские авиационные специалисты, прибывшие на место посадки, попросили экипаж открыть капот. Они были поражены, увидев, что мотор советский, как он чист и сух — нигде ни капли масла. «На этом моторе можно еще столько же пролететь!». Это была достойная похвала советским конструкторам и инженерам. Но самое

главное было в том, что оба перелета были успешно завершены, показав всему миру надежность советской авиационной техники и высочайший профессионализм наших летчиков. За этот беспримерный подвиг экипажи обоих самолетов были удостоены высокого звания Героев Советского Союза. М.М. Громов имевший уже это звание, был награжден орденом Ленина, в то время положение о вторичном награждении званием Героя еще не существовало.



Самолет АНТ-25 в Сан-Джасинто

Международная авиационная федерация (ФАИ) наградила экипаж М. Громова медалью Анри де Лаво, за лучшее достижение 1937 г.: мировой рекорд дальности полета по прямой без посадки – 10148 километров. Это самая почетная авиационная награда, следующий советский летчик, который ее получил, был Юрий Алексеевич Гагарин – первый космонавт Земли.

Рекорды всегда служили мерилom уровня развития авиации. Согласно Кодексу ФАИ, они делились на мировые и международные. К первым относились абсолютные достижения вне зависимости от типа воздушного аппарата. Мужские и женские международные рекорды устанавливались в одних и тех же классах и категориях, причем женские засчитывались, если все члены экипажа и пассажиры были женского пола. Если женский рекорд перекрывал мировой, его засчитывали как всемирный.

Список литературы:

1. Чкалов В.В. Моя жизнь принадлежит Родине. – Изд. ДОСААФ. – М., 1954. – 182 с.
2. О.Э. Чкалова «Валерий Павлович Чкалов». – Изд. 2-2. – М. : Советская Россия, 1982. – 160 с.
3. Чуев Ф.И. Солдаты империи: Беседы. Воспоминания. Документы. – М. : Изд. Ковчег, 1998. – 559 с.
4. Громов М.М. Через всю жизнь. – М. : «Молодая гвардия», 1986. – 190 с.
5. Профессиональный авиационный журнал «Гражданская авиация». – 2017. – № 3.
6. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак, В.А. Косой // Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
7. Чумак П.В. Устройство очистки жидкости / П.В. Чумак, В.В. Терехов, Р.Р. Черный // Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
8. Сепаратор очистки жидкости центробежный / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Л.А. Пережогин // Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
9. Устройство очистки жидкости / Р.Р. Черный, В.В. Терехов, М.И. Рябухин // Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
10. Докучаев В.Г. Устройство для очистки жидкости / В.Г. Докучаев, М.И. Рябухин, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.

**ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ**



**APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN THE MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA**

Баштова А.В.

студентка,
Северо-Кавказский федеральный университет
annabashtovaya3@gmail.com

Аннотация. Актуальность работы обусловлена всеобщим интересом к вопросам применения искусственного интеллекта (ИИ) в военно-промышленном комплексе (ВПК) России. В статье рассматриваются возможные направления и способы применения искусственного интеллекта, перспективы и возможные негативные последствия интеллектуализации вооружений в Российской Федерации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автономные системы, интеллектуализация вооружений, военно-промышленный комплекс, программы вооружения.

Bashtovaya A.V.

Student,
North Caucasus Federal University
annabashtovaya3@gmail.com

Abstract. The relevance of this work is determined by the widespread interest in the application of artificial intelligence (AI) in the military-industrial complex (MIC) of Russia. The article discusses possible directions and methods of AI application, prospects, and potential negative consequences of weapon intellectualization in the Russian Federation.

Keywords: artificial intelligence, autonomous systems, weapon intellectualization, military-industrial complex, weapon programs.

В последние десятилетия искусственный интеллект стал неотъемлемой частью мирового развития, оказывая значительное влияние в самых различных сферах науки, техники и человеческой деятельности. Начиная с простых автоматических систем, ИИ продвинулся до того уровня, когда способен самостоятельно выполнять сложные задачи, которые ранее требовали участия человека.

В качестве нового направления в науке ИИ берет свое начало в середине XX века. Появление первых компьютеров, превосходящих человеческие способности в скорости вычислений, заставило людей задуматься о том, каковы границы возможностей машины. Этот вопрос нашел свое отражение в работе английского ученого-математика Алана Тьюринга под названием «Может ли машина мыслить?».

Военно-промышленный комплекс всегда оставался одной из наиболее передовых областей технологического развития, и внедрение искусственного интеллекта в него стало неизбежным. Ведущие страны вступили в активную гонку вооружений в области искусственного интеллекта, преследуя цель его использования для повышения эффективности и безопасности военных операций.

В России также активно развивается область искусственного интеллекта в военно-промышленном комплексе. Здесь проводятся исследования по созданию автономных систем, способных выполнять сложные задачи без участия человека. Некоторые проекты успешно завершены и их результаты находят практическое применение, другие пока остаются на ранних стадиях разработки.

Однако использование искусственного интеллекта в военно-промышленном комплексе несет и опасности, вызывая вопросы этического характера и безопасности. Важно найти баланс между автономностью и контролем, чтобы предотвратить возможные негативные последствия.

В данной статье мы рассмотрим, как развивался искусственный интеллект в мире и в России, его применение в военно-промышленном комплексе РФ и потенциальные риски, связанные с его использованием.

Сам термин искусственный интеллект впервые был введен в 1956 году Джоном Маккарти на историческом семинаре в Дартмутском университете, собравшем под своей крышей ведущих исследователей из различных областей. Определение понятия ИИ, данное Маккарти, не было напрямую связано с интеллектом в нашем понимании, так как в английском языке у словосочетания «artificial intelligence» отсутствует антропоморфная окраска.

«Искусственный интеллект – наука и инженерная деятельность, направленная на создание умных [intelligent] машин» – Джон Маккарти.

Выделяют три вида искусственного интеллекта:

- Общий (Artificial General Intelligence, AGI) – универсальный искусственный интеллект, который находится на одном уровне с человеческим и способен решать множество разнообразных задач;
- Ограниченный (Artificial Narrow Intelligence, ANI) – ИИ, который создан для решения конкретных задач. Например, угадывать изображения, играть в шахматы;
- Искусственный суперинтеллект (Artificial Superintelligence, ASI) – сверхинтеллект, который превосходит уровень отдельного человека или всего человечества.

Все существующие на сегодняшний день формы ИИ – ограниченные и способны решать исключительно конкретные, прикладные задачи и не могут соревноваться с человеческим разумом, но создание искусственного сверх интеллекта, учитывая нынешние темпы роста мирового рынка ИИ, не за горами.

Наиболее крупные научные и исследовательские центры в области искусственного интеллекта:

- Массачусетский технологический институт (Соединённые Штаты Америки);
- Исследовательский институт машинного интеллекта (Соединённые Штаты Америки);
- Немецкий исследовательский центр по искусственному интеллекту (Германия);
- Национальный институт современной промышленной науки и технологии (AIST) (Япония);
- Научный совет по методологии искусственного интеллекта Российской академии наук (Россия);
- Индийский технологический институт в Мадрасе (Индия).

Нельзя отрицать значимость и влияния технологий искусственного интеллекта на развитие сферы вооружений, техники и армии, при этом, важно отметить, что Отечественные исследования в этой сфере идут в ногу со временем и ведутся уже не первое десятилетие.

В СССР работы в области искусственного интеллекта начались в 1950-х годах и до 90х годов отмечается их активное развитие. Были созданы первые экспертные системы, которые использовали человеческие знания для решения сложных задач, системы автоматического перевода текстов с одного языка на другой и системы искусственного интеллекта для управления техническими объектами, применяемые в промышленности и транспорте для автоматизации процессов и повышения эффективности работы. По инициативе Г.С. Поспелова 10 сентября 1986 года при Президиуме АН СССР был создан Научный совет по проблеме «Искусственный интеллект». Позже этот совет сыграл важную роль в развитии исследований по искусственному интеллекту в России и в целом в СССР.

В качестве примера раннего использования технологий ИИ в сфере вооружения можно привести способную действовать целиком автоматически, ракету П-700 «Гранит», разработанную в ОКБ-52 / НПО Машиностроения в 1970-х годах и принятую на вооружение ВМФ в 1983 году. По сравнению с предыдущими российскими противокорабельными ракетами, она, по сути впервые в ракетной технике, была оснащена алгоритмами искусственного интеллекта. В памяти ракеты были электромагнитные «портреты» всех современных кораблей иностранных флотов, что давало возможность использовать «Гранит» для поражения групповых надводных целей.

Похожими характеристиками обладал ракетный комплекс П-800 «Оникс», но его алгоритмы характеризовались как еще более точные и сложные.

В 1990-х годах с распадом СССР и переходом к рыночной экономике развитие искусственного интеллекта ощутимо замедлилось. Однако, в последние годы интерес к ИИ в России снова возрос.

Так в сентябре 2017, выступая на открытом уроке в рамках национального дня знаний, президент России Владимир Путин назвал «властелином мира» страну - лидера в развитии искусственного интеллекта и подчеркнул, что искусственный интеллект

представляет будущее не только для России, но и для всего человечества. Он также отметил, что было бы лучше не допустить достижения монополии каким-либо отдельным субъектом, но если Россия станет лидером в области ИИ, она поделится своими «технологиями с остальным миром, как мы делаем сейчас с атомными и ядерными технологиями» [2].

30 мая 2019 года на совещании по развитию цифровой экономики под председательством В.В. Путина было принято решение о подготовке национальной стратегии по искусственному интеллекту до 2030 года, которая впоследствии была утверждена Указом Президента. В ней дается следующее определение искусственного интеллекта: «Искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые как минимум с результатами интеллектуальной деятельности человека» [3].

В рамках стратегии военно-промышленный комитет России одобрил планы по обеспечению 30 % боевой мощи России за счёт роботизированных платформ с дистанционным управлением и искусственным интеллектом к 2030 году.

В госпрограмме вооружений РФ в 2023 году был впервые предусмотрен отдельный раздел по искусственному интеллекту. Об этом заместитель председателя правительства России – министр промышленности и торговли Денис Мантуров сообщил 07 октября 2023 года в ходе стратегической сессии совета военного инновационного технополиса «ЭРА» в Анапе.

Военное ведомство России давно ведёт работу над интеллектуализацией вооружений. Начальник Управления развития технологий искусственного интеллекта Минобороны Василий Елистратов на форуме «Армия-2022, заявил, что большая роль по-прежнему отводится личной подготовке военнослужащих, при этом, технологии ИИ уже присутствуют во многих образцах отечественного вооружения, среди которых системы вооружения различного базирования и высокоточное оружие [4].

Исследования ведутся по трем основным направлениям: создание систем, основанных на знаниях; нейросистем; систем эвристического поиска.

В мае 2017 года генеральный директор российского оборонного подрядчика Kronstadt Group, заявил, что «уже существуют полностью автономные операционные системы ИИ, которые предоставляют средства для кластеров БПЛА, когда они выполняют задачи автономно, разделяя задачи и взаимодействуя между собой».

В Ракетных войсках стратегического назначения (РВСН) достижения в сфере ИИ используются при создании систем поддержки принятия решений должностных лиц и так называемых интеллектуальных систем образцов вооружения (в частности – их бортовых систем управления) различного назначения. Помимо этого, важным направлением в автоматизации профессиональной деятельности в РВСН является создание и эксплуатация экспертных систем. Это ИИ программа, важнейшей частью которой являются базы знаний. Она способна решать интеллектуальные практические задачи и объяснять ход их решения [5].

Из разработок дальше всех на данный момент продвинулся сухопутный РТК «Уран-9» компании «766 УПТК». Он представляет собой беспилотное наземное транспортное средство, на гусеничном ходу с боевым модулем, оснащённым пушечно-пулеметным и реактивным вооружением, способное двигаться по заданному маршруту, вести наблюдение, искать и поражать цели. РТК «Уран-9» был принят на вооружение в 2019 году, после прохождения всего перечня необходимых испытаний. Сейчас продолжается производство серийных изделий, а войска осваивают новую технику. В ходе учений «Запад-2021» комплекс «Уран-9» впервые использовали в боевых порядках наряду с «простой» техникой сухопутных войск [6].

Всемирно известным концерном «Калашников», входящим в Ростех, создан и уже находится на вооружении многоцелевой робототехнический комплекс «Соратник», оснащённый компьютерной системой управления, защищёнными каналами радиосвязи, средствами обнаружения и наблюдения. «Боевая автоматизированная система «Соратник» была испытана в условиях максимально приближённых к боевым. Эти ис-

питания подтвердили характеристики комплекса и доказали возможность использования данной роботизированной системы при температуре воздуха выше 30 градусов по Цельсию», – сказали в концерне. «Соратник» вооружен крупнокалиберным пулеметом и пусковыми установками для противотанковых ракет. Одна из возможностей роботизированного комплекса – работа в связке с другими автоматизированными боевыми единицами, в том числе с беспилотниками. Впервые официально «Соратник» был представлен на выставке вооружений «Армия-2016» [7, 8].



Рисунок 1 – «Уран-9» — боевой многофункциональный робототехнический комплекс



Рисунок 2 – Боевая автоматизированная система – «Соратник»

С применением ИИ функционирует система управления перспективным БПЛА С-70 «Охотник», разрабатываемого фирмой «Сухой» для ВКС. В августе 2020 глава ОАК Юрий Слюсарь заявил, что Минобороны России начнёт получать серийные БПЛА с 2023 года. В настоящее время этот беспилотник проходит необходимые испытания. По открытым данным, обрабатывается его способность к самостоятельному выполнению

задач и групповому применению под контролем пилотируемых истребителей. Предполагается, что ИИ «Охотника» сможет полностью взять на себя роль пилота, выполняя заданный маршрут и решая поставленные задачи, вести разведку, проникая в оборону противника, а также наносить удары по наземным целям. Предполагается, что БПЛА будет нести управляемые ракеты, управляемые бомбы, неуправляемые бомбы во внутреннем отсеке для полезной нагрузки, а также на подкрыльевых узлах подвески.

19 декабря 2021 года Минобороны РФ обнародовало кадры применения БПЛА бомбового вооружения из внутреннего отсека. На кадрах «Охотник» уничтожает наземную цель 500-килограммовой авиабомбой [9].



Рисунок 3 – С-70 «Охотник» – российский тяжёлый ударный БПЛА

Главное управление инновационного развития Минобороны России занято сопровождением для последующего внедрения свыше 500 проектов, из которых более 200 планируются к завершению и внедрению в ближайший год.

Несмотря на перспективы применения таких разработок, этим вопросом обеспокоены ведущие исследователи. В марте 2023 года появилось открытое письмо, которое было подписано 2600 лидерами и исследователями технологической отрасли. Среди них генеральный директор Tesla Илон Маск, соучредитель Apple Стив Возняк, а также профессора Гарварда и Кембриджа.

Письмо содержало в себе требования как минимум на полгода остановить все дальнейшие разработки в области искусственного интеллекта, конкурирующего по своим способностям с человеком и более мощных, чем мультимодальная модель большого языка, созданная OpenAI – GPT-4. По мнению авторов письма лаборатории ИИ, увлечены неконтролируемой гонкой по разработке и развертыванию все более мощных умных систем. И на данном этапе, никто не может до конца понять, предсказать или надежно контролировать этот процесс [10].

Новость разделила технологическое сообщество, среди тех, кто выступил против петиции о приостановке – основатель Microsoft Билл Гейтс, исполнительный директор Apple Тим Кук, Генеральный директор Coinbase Брайан Армстронг.

По мнению Армстронга, любая новая технология представляет определенную опасность, но цель технологической отрасли должна состоять в том, чтобы продолжать двигаться вперед.

Это уже не первый конфликт, связанный с попытками предотвратить возможные последствия существования ИИ. В августе 2017 года 116 экспертов в области искусственного интеллекта и робототехники из 26 стран мира направили открытое письмо в ООН. В нем содержался призыв остановить разработку и использование систем, способных без участия человека находить и поражать цели. Среди подписавших числятся глава Tesla Илон Маск и сооснователь принадлежащей Google компании DeepMind Technologies Мустафа Сулейман.

Такое инновационное оружие получило название смертоносных автономных систем вооружений (САС).

«Смертельное автономное оружие может стать третьей революцией в военном деле. Оно позволит вести войну в невиданных ранее масштабах и со скоростью, которую люди не могут осознать. Это оружие станет оружием террора, применяемым депотичными правителями и террористами против невинных людей, а также оружием, которое может быть взломано и действовать самым нежелательным образом», – говорится в письме [11].

Российское правительство категорически отвергает любой запрет на автономные системы оружия летального действия, предполагая, что такой запрет можно легко обойти.

По мнению президента России Владимира Путина, внедрение искусственного интеллекта должно происходить «прежде всего в тех сферах, которые определяют качество жизни человека». «Нужно сделать так, чтобы технологии будущего уже сегодня становились доступными, служили всем гражданам страны, работали на достижения национальных целей развития», – подчеркнул президент. По его словам, «именно в этом и состоит миссия государства, ученых, инженеров, инновационного бизнеса» [12].

Подводя итог рассмотрения вопросов искусственного интеллекта и перспектив его применения в военно-промышленном комплексе Российской Федерации, необходимо отметить следующие факты.

Еще несколько лет назад алгоритмы ИИ были в силах решать лишь простые рутинные задачи, в то время как сегодня искусственный интеллект заслуженно является одной из самых инновационных и перспективных областей науки во всем мире. Ведущие страны стремятся занять первое место в гонке за лидерство в сфере ИИ. И Россия стремительно нацелена на результат.

На государственном уровне принята и утверждена «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта», в Минобороны РФ создано управление по работе с искусственным интеллектом, а Президент страны В.В. Путин поставил задачу вывести страну в число лидеров по использованию технологического потенциала. «Кто лучше использует мощный технологический потенциал в интересах людей, их благополучия, тот и в современном мире выигрывает. Выигрывает в глобальной конкуренции», – констатировал глава государства. «И мы обязательно должны быть здесь среди лидеров <...>», – указал Путин.

Новое поколение систем ИИ успешно внедряется в самые разнообразные сферы, что в корне изменило реалии современных войн. В России активно ведутся испытания в области интеллектуализации вооружений. Многие разработки, такие как автономные беспилотные системы и умные ракеты, уже приняты или вскоре попадут в армию. Работы осуществляются в интересах сухопутных войск, флота, военно-воздушных сил с целью увеличения эффективности военных операций и снижения рисков для военнослужащих. Системы ИИ охватывают множество направлений, количество которых, со временем будет непрерывно расти и выйдет за рамки рассмотренных в статье.

Наряду с перспективами, существует опасность владения такими военными технологиями. Способность автономных ИИ-систем принимать решения без участия человека может привести к непредсказуемым последствиям.

Кроме того, в связи с использованием таких технологий в военных конфликтах, возникают этические вопросы. Например, кто несет ответственность за действия автономных ИИ-систем, если они нарушают международные законы о военных действиях или причиняют гражданским лицам вред? Какие ограничения и правила должны быть установлены для использования этих технологий?

Для успешной реализации такого огромного потенциала необходимо организовать совместную работу государства, бизнеса и общества, учитывать этические аспекты применения технологий искусственного интеллекта.

Список литературы:

1. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»).
2. URL : <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2017/09/01/731987-putin-reaktore>

3. URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184
4. URL : <https://zvezdaweekly.ru/news/2022921178-RPjz.html>
5. URL : https://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details_rvsn.htm?id=13200@morfDictionary
6. URL : <https://skbmo.ru/uran9.html>
7. URL : <https://topwar.ru/100378-predstavlena-boevaya-avtomatizirovannaya-sistema-soratnik.html>
8. URL : <https://bigenc.ru/c/mnogotselevoi-robototekhnicheskii-kompleks-soratnik-b7dbb0>
9. URL : <https://topwar.ru/189298-iskusstvennyj-intellekt-v-rossijskoj-armii.html>
10. URL : <https://www.kp.ru/daily/27484/4741304>
11. URL : <https://www.kommersant.ru/doc/3389860>
12. URL : <https://nauka.tass.ru/nauka/12909421>

УДК 628.16

**ПРИМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ
ЗАВИСИМОСТЕЙ СПИРАЛИ АРХИМЕДА ПРИ РАСЧЕТЕ
УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА**



**APPLICATION OF BASIC ANALYTICAL METHODS
DEPENDENCIES OF THE ARCHIMEDES SPIRAL
IN THE CALCULATION FUEL PURIFICATION DEVICES**

Терехов В.В.

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

Пережогин Л.А.

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

Сараев И.В.

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

Терехов В.В.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

Аннотация. В статье авторами исследуется методика применения основных аналитических зависимостей спирали Архимеда при расчете устройств для очистки топлива. Описывается метод очистки авиационного топлива предложенный и разработанный авторами. Предлагается новая технология очистки авиационного топлива путем разделения жидкости и твердых частиц по плотности за счет центробежной силы.

Ключевые слова: очистка авиационного топлива, твердые частицы и примеси, спираль Архимеда, спиралеобразный канал, центробежная сила, осаждающая сила, устройство для очистки топлива.

Terekhov V.V.

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

Perezhogin L.A.

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

Saraev I.V.

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

Terekhov V.V.

Student,
Kuban State Technological University
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

Abstract. In the article, the authors investigate the method of applying the basic analytical dependencies of the Archimedes spiral in the calculation of fuel purification devices. The method of purification of aviation fuel proposed and developed by the authors is described. A new technology for cleaning aviation fuel by separating liquid and solid particles by density due to centrifugal force is proposed.

Keywords: aviation fuel purification, solid particles and impurities, Archimedes spiral, spiral channel, centrifugal force, precipitating force, fuel purification device.

В настоящее время по статистике, 80 % летательных аппаратов (ЛА) по всему миру принадлежат к малой авиации. Полеты на сверхлегких воздушных судах были популярны всегда. ЛА малой авиации очень востребованы в наши дни. Главное преимущество – возможность садиться в маленьких аэропортах с короткой взлетно-посадочной полосой. Можно летать в труднодоступные области, куда нет регулярных рейсов [1, 2].

Основными задачами малой авиации являются: перевозка пассажиров, рабочих бригад и доставка грузов в отдаленные районы нашей страны, а также лесоохрана,

сельское хозяйство, здравоохранение, тушение пожаров и т.д. На небольших, ЛА пилоты совершают учебные полеты. Сегодня такие самолеты и вертолеты - надежные машины с хорошими двигателями. Для заправки двигателей используют два вида топлива авиационный бензин или керосин.



Рисунок 1 – Заправка ЛА на стационарном аэродроме

При эксплуатации ЛА малой авиации большое значение уделяется качеству топлива, ведь качественное топливо – залог безопасных полетов. Качественное топливо также обеспечивает запас динамических характеристик двигателя ЛА. Поэтому эксплуатирующим организациям ЛА малой авиации важно иметь постоянных и проверенных поставщиков качественного авиационного топлива.

Наличие примесей в авиационном топливе неизбежно приводит к авиaproисшествию или катастрофе [1, 3].



Рисунок 2 – Стоянка и место заправки ЛА на полевом аэродроме

Основными элементами, загрязняющими авиационное топливо, является вода и твердые примеси. Частицы воды могут образовываться при резких перепадах температур в виде выпадения конденсата и кристаллизуются при низких температурах (авиационные ГСМ – гигроскопичны). Твердые частицы, такие как металлическая ржавчина,

окалина, песчинки, продукты распада оболочек емкостей для транспортировки или хранения топлива и др., способствуют засорению фильтров, отстойников и трубопроводов топливной системы ЛА.

Процессу заправки ЛА авиационным топливом предшествует его очистка или подготовка. Установки для очистки авиационного топлива от воды и загрязнений представляют собой многоступенчатую систему, построенную на основе фильтров/коагуляторов и фильтров/сепараторов. По принципу работы установки являются механическими устройствами. Очищаемое топливо подается под давлением на фильтр, где происходит предварительная очистка от частиц с номиналом до 5 мкм. Далее топливо подается в фильтр FCS. Это двухступенчатый вертикальный или горизонтальный фильтр коагулятор/сепаратор, предназначенный для фильтрации твердых частиц, свободной и эмульсированной воды из топлива. Топливо проходит через мульти-медийный картридж фильтра, где улавливаются твердые частицы размером до 0,5 мкм. В тоже время происходит слияние мелких капель воды в более большие и тяжелые капли, которые оседают на дно коагулятора. Затем топливо поступает на вторую ступень-сепаратор, где происходит доочистка от мелких капель воды. Как видно из примера процесс подготовки и очистки авиационного топлива к заправке очень дорогостоящий и сложный технологический процесс [1].

В настоящее время основными наиболее распространенными способами очистки авиационных ГСМ являются: отстаивание, фильтрование, очистка с помощью гидроциклона и сепаратора.

Существующая система подготовки авиационного топлива имеет ряд недостатков:

- подготовка авиационных ГСМ путем отстаивания, самый дешевый и эффективный способ очистки, но занимает большой промежуток времени. В зависимости от высоты цистерны, отстой может длиться более суток;
- подготовка авиационных ГСМ путем фильтрования имеет ряд недостатков, таких как: гидравлическое сопротивление, ограниченный срок службы, требуют технического обслуживания, высокую себестоимость;
- подготовка авиационных ГСМ с использованием инерционных систем очистки таких как, гидроциклоны и сепараторы достаточно громоздки, имеют большую стоимость и не обеспечивают необходимую тонкость очистки.

Изложенным требованиям в полной мере отвечает устройство для очистки жидкости, которое представляет собой канал с уменьшающимся радиусом с круглым или овальным поперечным сечением. Влияние пограничного слоя устраняется с помощью слива нефтепродуктов вместе с осажденными примесями в щель, выполненную по внешней образующей канала. В результате канал принимает форму улитки, как показано на рисунке 3.

Разработанное устройство рисунок 3, содержит корпус с входным и выходным патрубками. При этом в корпусе выполнен спиралеобразный проточный канал с постоянным значением площади круглого поперечного сечения, оконечная часть которого выведена в выходной патрубок. При этом по внешней образующей проточного канала выполнена щель для отвода воды и твердых частиц, соединенная по всей длине с каналом отвода. Канал отвода очищенного топлива соединен с внешним приемником предпочтительно через регулирующее устройство [4, 5].

Устройство для очистки авиационного топлива рисунок 3 работает следующим образом. Авиационное топливо под давлением подается во входной патрубок устройства и далее поступает в спиралеобразный проточный канал. Поскольку проточный канал имеет криволинейную форму, на топливо и взвешенные в нем примеси (твердые частицы и капельки воды) действуют центробежные силы. Под действием этих сил происходит распределение по плотности топлива и примесей в поперечном сечении канала. На выходе из устройства происходит разделение жидкости: примеси через канал отвода и регулирующее устройство сливаются во внешний приемник для дальнейшей переработки, а топливо через выходной патрубок подается к месту заправки или очередной ступени очистки [6, 7].

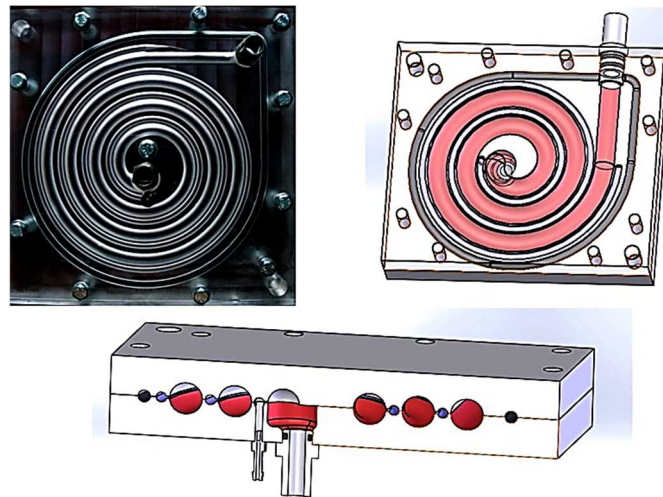


Рисунок 3 – Физическая модель устройства для очистки авиационного топлива

При расчете параметров устройства для очистки авиационного топлива, будем использовать основные аналитические зависимости спирали Архимеда.

Архимедовой спиралью называется плоская кривая, описываемая точкой М, которая равномерно движется вдоль луча с началом в точке О, в то время как сам луч равномерно вращается вокруг точки О, [2].

Другими словами, расстояние $\rho = OM$ пропорционально углу поворота φ луча.

Повороту луча на один и тот же угол соответствует одно и то же приращение радиуса ρ .

Уравнение Архимедовой спирали в полярной системе координат имеет вид:

$$\rho = k \cdot \varphi. \quad (1)$$

В уравнении (1) коэффициент k указывает на смещение точки М по лучу ρ при повороте на угол, равный одному радиану [8].

Повороту радиуса на 2π угол 2π соответствует смещение $a = 2k\pi$.

Число a – называется «шагом спирали».

Если ввести в уравнение (1) шаг спирали a , то его можно представить в виде:

$$\rho = \frac{a}{2\pi} \cdot \varphi. \quad (2)$$

Вид плоской спирали Архимеда показан на рисунке 4.

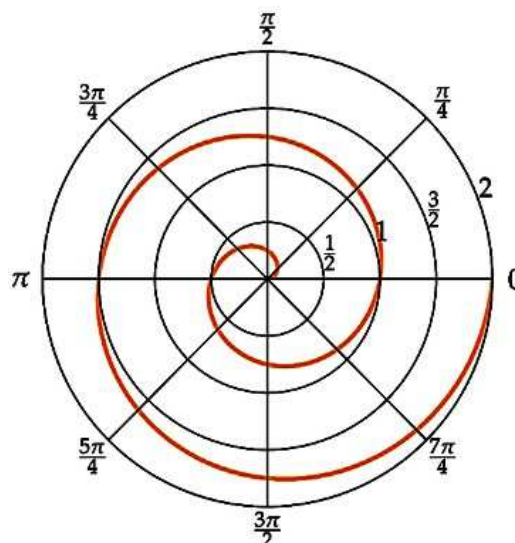


Рисунок 4 – Вид спирали Архимеда при $a = 4\pi$.

Важным параметром для описания спирали является ее длина.

Представление бесконечно малого отрезка дуги спирали показано на рисунке 5, и его длину dl можно записать в виде:

$$dl = \sqrt{d\rho^2 + dh^2} , \quad (3)$$

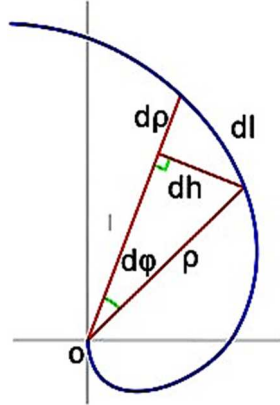


Рисунок 5 – Графическое представление к расчету бесконечно малого отрезка dl

$$dl = \sqrt{d\rho^2 + dh^2} .$$

После подстановки значений ρ и l , выраженных через угол φ , получим:

$$dl = k \cdot d\varphi \cdot \sqrt{1 + \varphi^2} . \quad (4)$$

Поэтому полная длина дуги угла в интервале значений от φ_1 до φ_2 равна:

$$L = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} k \cdot \sqrt{1 + \varphi^2} \cdot d\varphi \quad (5)$$

После подстановки в неопределенный интеграл значений от φ_1 до φ_2 для вычисления длины дуги в этом интервале углов получим выражение [9]:

$$L = \frac{k}{2} \cdot \left[\varphi_2 \cdot \sqrt{1 + \varphi_2^2} - \varphi_1 \cdot \sqrt{1 + \varphi_1^2} + \ln \left| \varphi_2 + \sqrt{1 + \varphi_2^2} \right| - \ln \left| \varphi_1 + \sqrt{1 + \varphi_1^2} \right| \right] \quad (6)$$

Вид спирали.

Иногда удобно работать в прямоугольной системе координат. Тогда уравнение спирали Архимеда приобретает вид:

$$\begin{aligned} x &= k \cdot \varphi \cdot \cos(\varphi) \\ y &= k \cdot \varphi \cdot \sin(\varphi) . \end{aligned} \quad (7)$$

В уравнениях системы (7) произведение $k \cdot \varphi$ определяет значение радиуса ρ спирали при заданном значении угла φ ,

$$\rho = k \cdot \varphi .$$

Ясно, что, если $k = 1$, то при нулевом значении угла φ радиус спирали равен нулю (это центр спирали), а при $\varphi = 2\pi - \rho = 2\pi$.

При значении коэффициента $k = 1$, систему (7) для левой спирали Архимеда (когда радиус ρ вращается против часовой стрелки от своего начального положения), можно записать в виде [10]:

$$\begin{aligned} x &= \text{abs}(\varphi) \cdot \cos(\text{abs}(\varphi)) \\ y &= \text{abs}(\varphi) \cdot \sin(\text{abs}(\varphi)) . \end{aligned} \quad (8)$$

В координатах x - y интервале значений параметра φ от -30 до 30 график функции (8) имеет вид, представленный на рисунке 6.

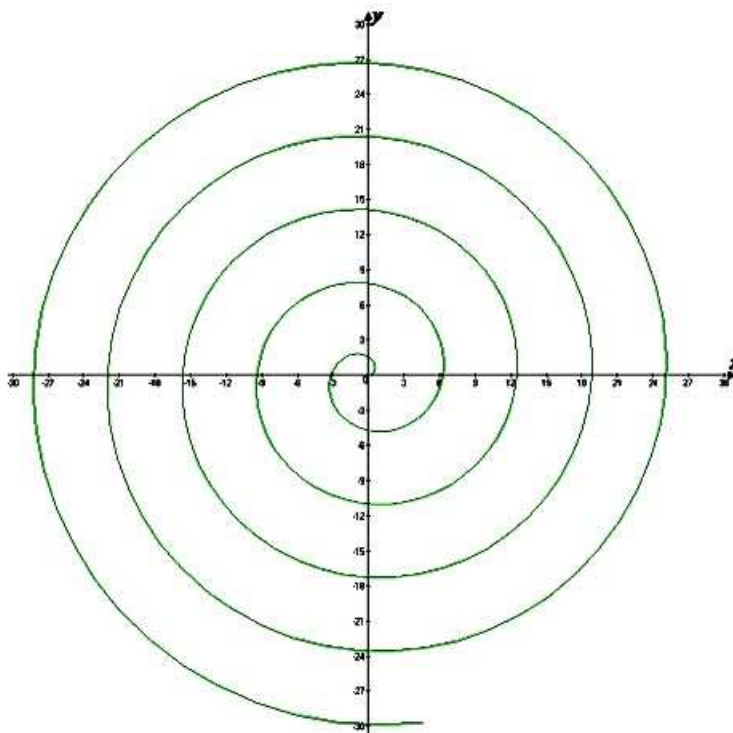


Рисунок 6 – График функции (8)

Таким образом, как следует из выше изложенного при расчете параметров устройств для очистки топлива, содержащих спереалеобразный канал возможно, использовать основные аналитические зависимости расчетов спирали Архимеда.

Список литературы:

1. Метод очистки авиационного топлива для ЛА малой авиации / А.А. Карташова, Ю.А. Савицкий, В.П. Панков, В.В. Терехов // В сборнике XII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Посвященной 61-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2022. – С. 300–304.
2. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Архимедова_спираль (24.11.2023).
3. Лекции по гидродинамике» // Казанский (Приволжский) федеральный университет. – URL : <https://kpfu.ru> › Mazo_Potashev_Gidrodinamika (28.11.2023).
4. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак, В.А. Косой // Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
5. Чумак П.В. Устройство очистки жидкости / П.В. Чумак, В.В. Терехов, Р.Р. Черный // Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
6. Терехов В.В. Сепаратор очистки жидкости центробежный / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Л.А. Пережогин // Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
7. Черный Р.Р. Устройство очистки жидкости / Р.Р. Черный, В.В. Терехов, М.И. Рябухин // Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
8. Докучаев В.Г. Устройство для очистки жидкости / В.Г. Докучаев, М.И. Рябухин, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.
9. Докучаев В.Г. Методика численного моделирования турбулентного течения в осесимметричном канале / В.Г. Докучаев, В.В. Терехов // Техника и технология. 2010. № 4. С 29-33.
10. Терехов В.В. Исследование конструкции инерционного центробежного сепаратора с пространственным витым каналом / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак // Естественные и технические науки. – 2023. – № 6(181). – С. 236–239.

УДК 629.73.02; 629.73.05/.06

**АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ
БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ
В ЛОКАЛЬНЫХ ВОЙНАХ И ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТАХ**



**ANALYSIS OF WAYS AND MEANS OF COUNTERING UNMANNED AERIAL
VEHICLES IN LOCAL WARS AND ARMED CONFLICTS**

Кудряшов А.С.

кандидат военных наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Нкурунзиза П.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
(Республика Руанда)
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье, авторами проведён всесторонний анализ существующих способов и имеющихся средств борьбы с беспилотными летательными аппаратами, применявшиеся в локальных войнах и вооруженных конфликтах.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, БПЛА, дрон, борьба, обнаружение, перехват, поражение, применение, противодействие, способы, средства, управление, эффективность.

Kudryashov A.S.

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

Nkurunziza P.

Krasnodar Higher Military Flight School,
(Republic of Rwanda)
kvvaul@mil.ru

Abstract. In the article, the authors conducted a comprehensive analysis of existing methods and available means of combating unmanned aerial vehicles used in local wars and armed conflicts.

Keywords: unmanned aerial vehicle, UAV, drone, combat, detection, interception, defeat, application, counteraction, methods, means, management, efficiency.

Опыт локальных войн и вооруженных конфликтов за последние десять лет (Сирия, Нагорный Карабах, Украина), а также взгляды руководства ведущих зарубежных государств на подготовку и ведение военных действий свидетельствуют о возрастающей роли комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) различных типов и предназначения.

Впервые БПЛА появились в арсеналах вооруженных силах сверхдержав около 50 лет назад, а в начале XXI века БПЛА нашли широкое применение в различных сферах и областях деятельности мирового сообщества. Впервые в истории войн масштабное применение ударных БПЛА различных типов (в том числе барражирующих боеприпасов) можно наблюдать в ходе специальной военной операции, проводимой Вооружёнными силами России по освобождению новых субъектов, вошедших в состав Российской Федерации.

Это свидетельствуют о возрастающей роли БПЛА в современных войнах, а на протяжении последних десяти лет вопросам противодействия и борьбы с ними уделяется пристальное внимание, и в особенности, малым беспилотникам, имеющим малую радиолокационную заметность.

В настоящее время известны следующие способы противодействия БПЛА [1]:

- уничтожение БПЛА средствами ПВО или иными огневыми средствами;
- уничтожение пунктов управления БПЛА;
- радиоэлектронное подавление каналов управления БПЛА, каналов передачи разведывательной информации с БПЛА или системы геопозиционирования БПЛА;
- искажение координатного поля систем навигации вблизи объекта защиты;
- оптико-электронное противодействие БПЛА (перспективные разработки лазерных систем направленного действия);
- скрытие объектов защиты;

- создание ложных объектов защиты (введение в заблуждение);
- захват БПЛА (с помощью набрасываемых сетей или перехвата каналов управления БПЛА).

На начальном этапе появления задачи противодействия БПЛА (в начале 2000-х гг.), она решалась исключительно средствами огневого поражения (ракетами и снарядами) зенитных ракетных комплексов (ЗРК) противовоздушной обороны (ПВО), то в настоящее время специалисты осознали, что прямое отражение массированного налета БПЛА средствами ЗРК ПВО, во-первых, неоправданно экономически из-за использования дорогостоящих ракет по большому числу относительно дешевых БПЛА, а во-вторых, это ведет к быстрому исчерпанию боевого комплекта ЗРК и последующей их неспособности отразить удар уже пилотируемой авиации, а также крылатых ракет высокоточного оружия (ВТО). В связи с этим, в настоящее время известны следующие способы противодействия БПЛА:

В связи с этим, широко исследуются дополнительные способы противодействия БПЛА, в том числе такие как радиоэлектронного подавления (РЭП), а также направленного излучения энергии – лазерного оружия [2].

Ряд существующих способов противодействия БПЛА, реализуются с помощью сложных технических систем и средств борьбы с БПЛА, к которым относятся [3]:

- зенитные ракетные, зенитно-артиллерийские, зенитные ракетно-пушечные комплексы и системы;
- системы и средства радиоэлектронного подавления;
- средства и комплексы оптико-электронного противодействия.

Для реализации более эффективного противодействия БПЛА необходимо комплексное использование средств борьбы с ними и создания системы глубокоэшелонированной обороны с круговой (секторной) зоной обнаружения, сопровождения и поражения (подавления) воздушных целей на наиболее угрожаемых направлениях и состоит из подсистем:

- подсистема обнаружения БПЛА – должна обеспечивать гарантированной обнаружение полетов БПЛА всех типов во всем диапазоне высот. Для обнаружения БПЛА организуется комплексное использование радиолокационных средств, средств радиоразведки, радиоэлектронной борьбы, оптико-электронных средств, разворачиваются посты визуального наблюдения;

- подсистема огневого поражения БПЛА – должна обеспечивать гарантированное уничтожение всех типов беспилотников во всем диапазоне высот. К огневому поражению БПЛА привлекаются зенитные ракетные, зенитные артиллерийские, зенитные ракетно-пушечные и пушечно-ракетные комплексы, переносные зенитные ракетные комплексы, самолеты оперативно-тактической авиации, вертолеты армейской авиации, а также сосредоточенный и заградительный огонь из стрелкового оружия;

- подсистема радиоэлектронного подавления БПЛА – должна обеспечивать подавление (искажение) радионавигации, каналов управления, передачи данных БПЛА (нарушение функционирования бортового радиоэлектронного оборудования).

- подсистема управления – должна обеспечивать устойчивую непрерывную связь со всеми силами и средствами, привлекаемыми для противодействия БПЛА, своевременное доведение информации об обнаруженных БПЛА в реальном масштабе времени до всех сил и средств, привлекаемых к противодействию БПЛА. Подсистема должна обладать высокой помехозащищенностью.

Для обнаружения БПЛА используются радиолокационные системы, использующие следующие методы обнаружения и определения параметров движения БПЛА: радиотехнический, радиолокационный, оптический и акустический контроль.

Использование радиолокационных средств контроля способно повысить точность обнаружения БПЛА до километра, при этом на работу подобных устройств не влияют погодные факторы и время суток, что выгодно отличает их от оптических и акустических систем. Радиолокаторы также могут установить направление полета дрона, но не могут определить тип беспилотника.

Для борьбы с дронами в ходе ведения специальной военной операции используют зенитные ракетные комплексы (ЗРК) «Тор-М1 (2, 2У)», «Панцирь-С1», «Оса-АКМ»,

«Стрела-10МЗ», ПЗРК «Игла-1» («Игла-С») и «Верба». Комплексы «Тор-М2У» и «Панцирь-С1» (рис. 1), например, при обороне баз Хмеймим и Тартус в Сирии сбивали основную часть беспилотников [4] незаконных вооружённых формирований, как правило кустарного производства с невысокой эффективной отражающей поверхностью.

Выполнение боевых задач армейской авиацией осуществляется ударными вертолетами, предназначенными для поражения БПЛА и наземных ПУ (Ми-24, Ка-50, Ка-52, Ми-28Н).



а)

б)

Рисунок 1 – Зенитные ракетные комплексы применяемые для борьбы с БПЛА:
а) ПЗРК «Панцирь-С1»; б) ЗРК «Тор-М1»

ЗРК способны в автоматическом режиме сканировать воздушное пространство и самостоятельно принимать решение на открытие огня. «Тор» поражает цели на дальности от 500 метров до 20 километров, по высоте – от 10 метров до 10 километров. Одновременно обстреливает до четырех воздушных целей [4].

В борьбе против сотен и тысяч дешевых, но опасных дронов особое значение уделяется военно-экономической оценке стоимости средств поражения. Зенитные управляемые ракеты отечественных ЗРК малой дальности стоят в разы дороже беспилотника. Они создавались все же для противостояния традиционной пилотируемой авиации и крылатым ракетам.

Следующий способ борьбы с беспилотниками – радиоэлектронное подавление каналов передачи данных и управления прямой видимости комплексов с БПЛА, а также радиоэлектронное подавление аппаратуры потребителей космических радионавигационных систем.

Способы противодействия беспилотным летательным аппаратам нацелены на прекращение перемещения БПЛА, срыв выполнения ими задач, а также их физическое уничтожение или захват. К основным способам противодействия относятся:

- радиоэлектронное воздействие (блокирование, подавление);
- информационно-программное воздействие (перехват, спуффинг, ddos-атаки);
- микроволновое воздействие (электромагнитное воздействие);
- оптоэлектронное воздействие (лазерное воздействие);
- механическое воздействие (ловля специальными сетями, огневое и кинетическое воздействие).

Радиоэлектронное подавление (РЭП) заключается в излучение помеховых сигналов, приводящих к затруднению или срыву функционирования различных систем БПЛА:

- подавление радиолиний управления БПЛА;
- подавление средств спутниковой радионавигации (GPS/ГЛОНАСС и других космических радионавигационных систем);
- комбинированные воздействия.

Радиоэлектронное подавление БПЛА является одним из основных способов борьбы с управляемыми БПЛА. Наиболее часто используется заградительная шумовая помеха, перекрывающая полосу пропускания радиоприемного тракта и превышающая по мощности управляющий сигнал.

Борьба с квадрокоптерами или радиоэлектронное подавление БПЛА обладает целым рядом достоинств, по сравнению с другими способами противодействия, например, механическим воздействием:

- радиоэлектронное подавление может осуществляться сразу на несколько БПЛА. Теоретически количество подавляемых целей не ограничено, условием подавления является лишь превышение уровня помехи над уровнем полезного сигнала. Причем это относится как к подавлению каналов управления, так и к подавлению средств радионавигации;
- радиоэлектронное подавление экономически более выгодно, так как в ходе функционирования расходуется только электроэнергия;
- радиоэлектронное подавление обладает большой гибкостью применения. Можно использовать различные режимы работы, избирательно подавлять заданные БПЛА и/или выбранные бортовые системы, применять различные сценарии функционирования комплекса противодействия, адаптируясь к внешним условиям.

Однако кроме достоинств радиоэлектронное подавление обладает и некоторыми недостатками:

- при функционировании средств радиоэлектронного подавления должны выполняться требования по электромагнитной совместимости с другими радиоэлектронными средствами;
- радиоэлектронное подавление радиолиний управления невозможно в случае функционирования БПЛА в режиме «радиомолчания», когда его полет осуществляется автономно по заранее загруженной программе;
- использование заградительных помех приводит к необходимости применения мощного помехового радиоизлучения, особенно для широкополосных сигналов БПЛА. Для использования прицельных помех требуется предварительный этап обнаружения и технического анализа сигналов БПЛА.

Современные средства радиоэлектронного подавления можно разделить на следующие типы:

- военные средства РЭП – имеют большую излучаемую мощность, и, как следствие, обладают большой дальностью подавления, к таким средствам относятся: Р-330Ж «Житель», «Шиповник-АЭРО», «Репеллент-1», «Серп», «Атака-DBS», «Заслон», «Крона-2М», «Солярис-Н», «REX 1», «Пищаль-ПРО», «Таран-ПРО», «Stupor».
- «коммерческие» средства РЭП – имеют среднюю излучаемую мощность и ограниченную дальность подавления. Используются для прикрытия важных государственных, промышленных и социальных объектов от «коммерческих» беспилотных летательных аппаратов;
- малогабаритные средства РЭП – имеют невысокую излучаемую мощность и малую дальность подавления. Как правило, выполнены в виде носимого антидронного ружья (рис. 2), например, роботизированный стрелковый антидроновый комплекс «Антимайдан-Рубеж», Гарпия (DROGUN-4), Дрон-1200 (Телтос), Гарпун, ПАРС и другие, позволяющие сэкономить дорогостоящие ракеты, используемые против малоразмерных дронов.



а)

б)

Рисунок 2 – Малогабаритные средства РЭП:
а) антидронное ружье «Гарпия»; б) антидронное ружье «ПАРС»

Существуют несколько основных способов информационно-технического воздействия на БПЛА:

- воздействие путем нарушения радиообмена между БПЛА и наземным пунктом управления (НПУ);
- воздействие путем нарушения информационного обмена между БПЛА и наземным пунктом управления (НПУ);
- воздействие путем нарушения специального программного обеспечения на БПЛА и (или) НПУ.

Микроволновое воздействие (микроволновые излучатели и СВЧ-пушки) может использоваться для дистанционного уничтожения электроники, сбиваемого БПЛА за счет мощного направленного СВЧ-излучения.

Микроволновые излучатели должны обладать большой мощностью и использовать узконаправленное излучение, способное нарушить работу или разрушить бортовые электронные устройства БПЛА. Как правило используется диапазон частот от 1 до 300 ГГц.

СВЧ-пушки в отличие от средств огневого поражения уничтожают только электронные системы и требуют для своей работы больших энергетических затрат.

Лазерное воздействие (квантовые оптические генераторы) может использоваться для расплавления элементов конструкции БПЛА или вывода из строя чувствительных оптоэлектронных сенсоров узким концентрированным лучом света (лазерным лучом).

Средства лазерного воздействия обладают следующими преимуществами:

- высочайшая точность поражения объекта. Наведение луча производится в наиболее уязвимую точку;
- практически мгновенное поражение объекта, так как луч лазера движется со скоростью света;
- практическое отсутствие механической инерции, поэтому лазерный луч способен поражать высокоманевренные цели;
- имеется возможность регулировки мощности лазерного луча, поэтому можно изменять степень воздействия от «ослепления» оптоэлектронных систем до физического разрушения;
- в отличие от средств огневого поражения не нужно учитывать силу и направление ветра;
- «выстрел» лазера беззвучен;
- невысокая стоимость одного «выстрела», по сравнению с артиллерийскими и ракетными средствами.

К недостаткам средств лазерного воздействия можно отнести следующее:

- затухание лазерного луча в газах атмосферы;
- очень сильное влияние на дальность лазерного воздействия внешних (погодных) условий: дыма, дождя, тумана;
- возможность поражения только видимых целей, использовать лазер для поражения объектов, находящихся за дальностью прямой видимости – невозможно;
- низкий коэффициент полезного действия и очень высокое энергопотребление.

Механическое воздействие направлено на прекращение движения БПЛА, в частности, набросом на него сети. Сети могут быстро подниматься и переноситься так называемыми противодронами по курсу следования БПЛА или выстреливаться в его сторону.

Существуют системы ловли БПЛА в сеть, которую переносит другой, более мощный БПЛА. При кризисной ситуации возможна реализация воздействия таранного типа.

Простейшим вариантом кинетического воздействия на БПЛА является использование огнестрельного (на малом расстоянии – пневматического) оружия. Обычный дробовик может стать достаточно эффективным способом уничтожения БПЛА. При необходимости воздействия на больших расстояниях и на крупные БПЛА возможно использование шрапнели или осколочно-фугасных зарядов, в том числе с радиовзрыва-

телями, обеспечивающими подрыв снаряда на требуемом удалении от БПЛА для максимизации поражающего воздействия.

Такие способы как скрытие объектов защиты от БПЛА и создание ложных объектов защиты (введение в заблуждение) должны осуществляться в совокупности с общими мероприятиями противодействия техническим средствам разведки противника и защиты от огневого поражения, включая защиту от высокоточного оружия и организовываться в ходе мероприятий оперативной и тактической маскировки [1]. К ним относятся:

- применение защитных свойств местности;
- обустройство ложных объектов и позиций;
- применение маскировочных покрытий, маскировочного деформирующего окрашивания (в том числе и для обустройства ложных объектов);
- применение аэрозольных завес;
- мероприятия по снижению энергетической доступности радиоэлектронных средств;
- мероприятия по снижению частотно-временной доступности радиоэлектронных средств;
- применение теплоизоляционных покрытий;
- применение тепловых имитаторов;
- мероприятия по снижению радиолокационного контраста объектов;
- другие мероприятия защиты от технических средств разведки.

Сегодня у беспилотных аппаратов в противостоянии с ПВО немало преимуществ. Особенно при массовом применении боевых дронов – «роем».

Таким образом, средства радиоэлектронной борьбы тоже не всегда эффективны против дронов. Легко нарушить работу лишь наиболее простых каналов управления и навигации беспилотника. А разработка в ближайшем будущем навигационных систем на основе электронных карт местности или систем технического зрения в состоянии сделать подавление каналов навигации бесполезным. Учитывая все это, в действиях против беспилотников оставалось повышать скрытность: маскировать позиции и технику дымами, камуфляжными маскировочными сетями, создавать ложные объекты. Методы старые, но эффективные.

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. Митрофанов М. Защита элементов системы связи от беспилотных летательных аппаратов. Практические рекомендации / М. Митрофанов, Д. Васюков, В. Анисимов // Армейский сборник. – 2021. – № 9. – С. 46–54.
2. Макаренко С.И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. – Ч. 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения / С.И. Макаренко, А.В. Тимошенко, А.С. Васильченко // Системы управления, связи и безопасности. – 2020. – № 1. – С. 109–146.
3. Новик А.В. Беспилотные летательные аппараты, перспективы развития, классификация и способы борьбы с ними / А.В. Новик, А.С. Кудряшов // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского: Сборник научных статей XIII Международной научно-практической конференции, Краснодар, 21–22 декабря 2022 года. – Краснодар : Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова» Министерства обороны Российской Федерации. – 2023. – С. 420–425.
4. Поросков Н. Против дрона есть приемы Современные средства борьбы с беспилотниками / Н. Поросков // Сетевое издание «Армейский стандарт». – URL : https://armystandard.ru/news/2022111119-4fOW4.html?ysclid=lp1lxpdd1b86210_9543

УДК 628.16

МЕТОДИКА КОНСТРУКТИВНОГО РАСЧЕТА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЖИДКОСТИ, ВЫПОЛНЕННОГО В ФОРМЕ СПИРАЛИ АРХИМЕДА



THE METHOD OF CONSTRUCTIVE CALCULATION OF A LIQUID PURIFICATION DEVICE MADE IN THE FORM OF AN ARCHIMEDES SPIRAL

Терехов В.В.

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

Пережогин Л.А.

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

Терехов В.В.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

Аннотация. В статье авторами исследуется методика применения конструкционного расчета устройства для очистки жидкости выполненного в виде спирали Архимеда. Описывается метод очистки жидкости предложенный и разработанный авторами. Предлагается новая технология очистки жидкости путем разделения жидкости и твердых частиц по плотности за счет центробежной силы.

Ключевые слова: очистка жидкости, твердые частицы и примеси, спираль Архимеда, спиралеобразный канал, центробежная сила, осаждающая сила, устройство для очистки топлива.

Terekhov V.V.

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

Perezhogin L.A.

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

Savitsky Yu.A.

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

Terekhov V.V.

Student,
Kuban State Technological University
mitya.ivanov.2015@gmail.ru

Abstract. In the article, the authors investigate the method of applying the basic analytical dependencies of the Archimedes spiral in the calculation of fuel purification devices. The method of purification of aviation fuel proposed and developed by the authors is described. A new technology for cleaning aviation fuel by separating liquid and solid particles by density due to centrifugal force is proposed.

Keywords: aviation fuel purification, solid particles and impurities, Archimedes spiral, spiral channel, centrifugal force, precipitating force, fuel purification device.

И сходными данными при конструктивном расчете геометрических параметров спирали являются требуемый расход жидкости Q , кг/с, плотность жидкости γ , кг/м³ и назначенная средняя скорость основного потока V_{cp} , м/с. Для принятых значений Q , γ и V_{cp} определяем требуемое сечение центрального канала устройства для очистки:

$$A = \frac{Q}{V_{cp} \cdot \gamma}, \tag{1}$$

и его диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}. \tag{2}$$

Центральный канал устройства для очистки жидкости расположен между двумя отводящими каналами (внешний – для отвода частиц, плотность которых больше плотности жидкости, и внутренний – для отвода более легких компонентов).

Если полагать, что линия, представленная на графике рисунок 1, является осью центрального канала кругового сечения, выполненного в виде спирали Архимеда, то для конструктивных расчетов необходимо знать диаметры всех каналов и расстояния между ними. Диаметры d отводящих каналов назначают исходя из соотношения $D/d = 6...10$, а и расстояния как между образующими отводящих каналов и образующей основного канала назначают равным $d/2$ [1, 2].

По всей длине спирали и отводящие каналы и основной канал имеют форму круга и их соединяет плоский щелевой канал, высота h которого равна $(1/3...1/2) \cdot d$. (рис. 1).

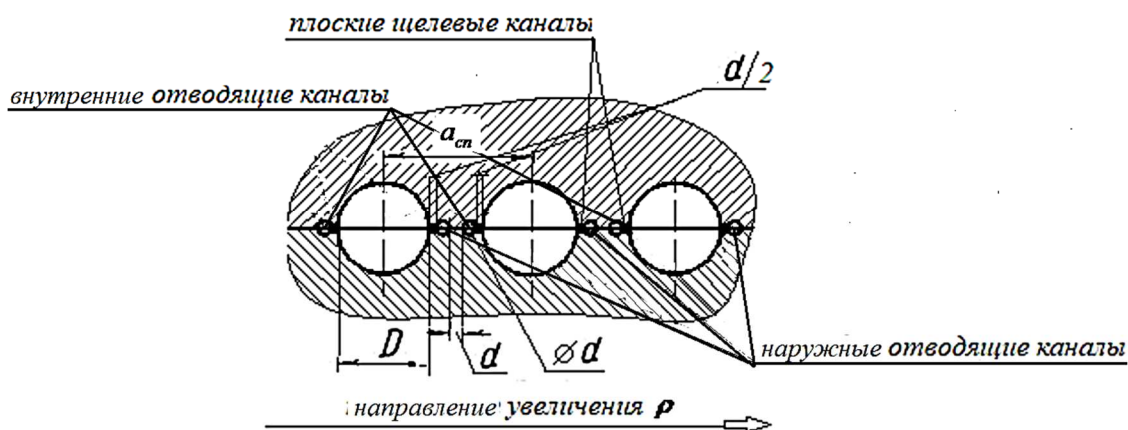


Рисунок 1 – Расположение каналов и их размеры

Промежуток между отводящими каналами соседних витков зазора не имеет, и его можно назначить численно равным диаметру отводящих каналов d .

Когда эти базовые размеры спирального очистителя назначены, можно начинать сам конструктивный расчет.

При таких исходных данных расстояние между осями двух соседних витков, называемое шагом спирали Архимеда a_{cn} , будет равно:

$$a_{cn} = D + 4d . \quad (3)$$

Параметр a_{cn} является важнейшим для конструктивного расчета спирали, поскольку он является константой для двух любых соседних витков и не зависит от угла φ и связанного с ним радиуса ρ . Зная значение параметра a_{cn} можно найти численное значение коэффициента k [1, 2]. Учитывая, что $a_{cn} = k \cdot 2\pi$, то $k = \frac{a_{cn}}{2\pi}$.

На рисунке 1, в качестве примера, показан основной канал с сечением $D = 14$ мм, по обе стороны от которого на расстоянии 1 мм ($d/2$) выполнены отводящие каналы диаметром 2 мм. Первое, что следует установить, каков будет режим течения в канале. Приняв, что жидкость, протекающая в канале – вода, находим число Рейнольдса:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{2 \cdot 0,014}{1 \cdot 10^{-6}} = 28000 = 2,8 \cdot 10^4 ,$$

т.е. режим течения в канале будет устойчивым турбулентным.

Расстояние между отводящими каналами соседних витков принято равным 2 мм. Таким образом, шаг витков a_{cn} основного канала спирали, измеренный вдоль радиуса, равен [3]:

$$a_{cn} = 2 \cdot \left(\frac{D}{2} + 1 + 2 + 1 \right) = 2 \cdot (7 + 1 + 2 + 1) = 22 \text{ мм} .$$

Отсюда, для данного примера, находим значение коэффициента k :

$$k = \frac{a_{cg}}{2\pi} = \frac{22}{2\pi} = 3,5014 \text{ мм / рад}.$$

Зададим положение входного отверстия в спиральный канал на оси y так, как это показано на рисунке 2.

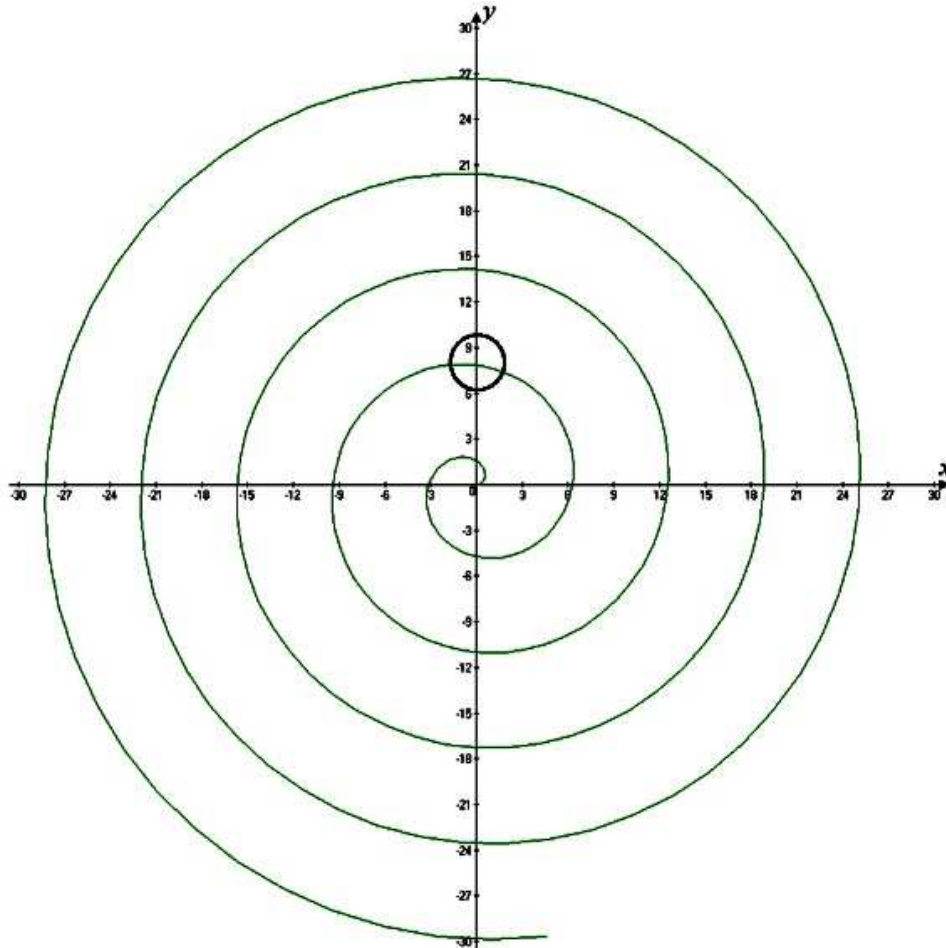


Рисунок 2 – Начало центрального канала при $\varphi_1 = \frac{5\pi}{2}$

При таком размещении входного отверстия центрального канала угол φ_1 , определяющий его положение на спирали с началом в точке O , имеет значение [4].

$$\varphi_{нач} = \varphi_1 = 2 \cdot \pi + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{2}.$$

Расстояние Δ_{cn} от центра спирали до входного канала можно рассчитать по формуле:

$$\Delta_{cn} = a_{cn} + k \cdot \frac{\pi}{2}$$

и его значение будет равно:

$$\Delta_{cn.нач} = a_{cn} + k \cdot \frac{\pi}{2} = 22 + 3,5014 \cdot \frac{\pi}{2} = 27,5 \text{ мм}.$$

Разместим выходной канал (например) на оси y на расстоянии, равном трем шагам спирали 3_{acn} от входного отверстия. Такое положение выходного отверстия будет

соответствовать значению угла $\varphi_{\text{вых}} = \varphi_2 = \varphi_1 + 6\pi = \frac{5\pi}{2} + 6\pi$. Из этого следует, что радиус r при этом повернется на угол 6π (т.е. сделает три полных оборота), и полный угол закручивания нашего спирального канала будет равен [5]:

$$\varphi_{\text{кон}} = \varphi_2 = \frac{5\pi}{2} + 6\pi = \frac{17\pi}{2}.$$

На рисунке 3, представлена спираль Архимеда, начало которой соответствует углу $\varphi_1 = \frac{5 \cdot \pi}{2} = 7,854 \text{ рад}$, а конец – углу $\varphi_2 = \frac{17 \cdot \pi}{2} = 26,70 \text{ рад}$.

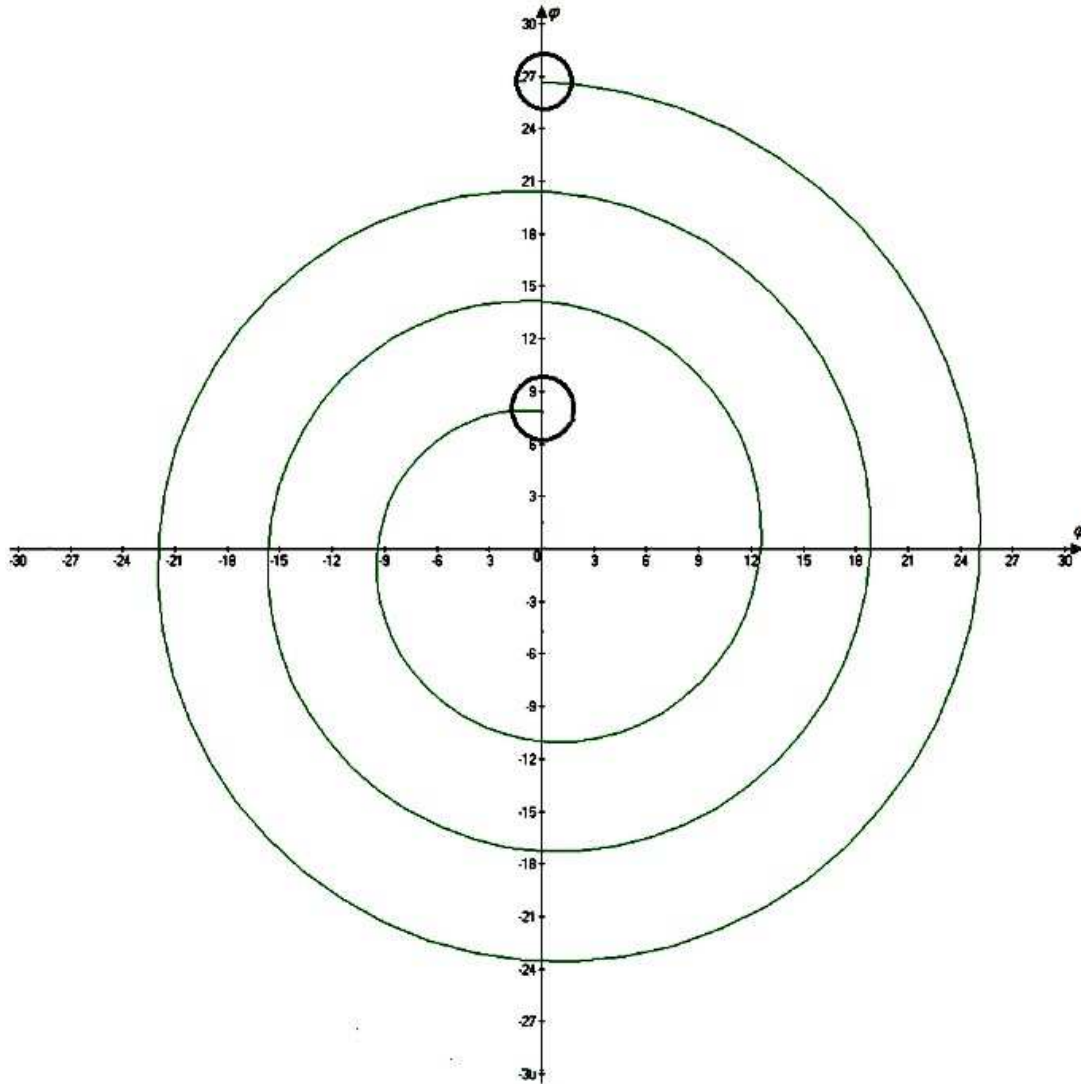


Рисунок 3 – Входному отверстию центрального канала соответствует центральный угол

$$\varphi_1 = \frac{5\pi}{2} = 7,854 \text{ рад}, \text{ а выходному – угол } \varphi_2 = \frac{17 \cdot \pi}{2} = 26,70 \text{ рад}.$$

Расстояние от центра O спирали до центра входного отверстия (начала спирали при угле $\varphi_1 = 7,854 \text{ рад}$) равно:

$$\Delta_{\text{сп.нач}} = a_{\text{сп}} + k \cdot \frac{\pi}{2} = 22 + 3,5014 \cdot \frac{\pi}{2} = 27,5 \text{ мм},$$

расстояние от центра O спирали до центра выходного отверстия (конца спирали при угле $\varphi_2 = 26,70 \text{ рад}$) равно:

$$\Delta_{\text{сп.нач}} = 3 \cdot \delta_{\text{сп}} + \delta_{\text{сп.нач}} = 3 \cdot 22 + 27,5 = 93,5 \text{ мм}.$$

Расстояние $\Delta_{\text{отв}}$ между центрами входного и выходного отверстий будет равно:

$$\Delta_{\text{отв}} = 3 \cdot a_{\text{сп}} = 3 \cdot 22 = 66 \text{ мм}.$$

Спираль со всеми описанными каналами показана на рисунке 4.

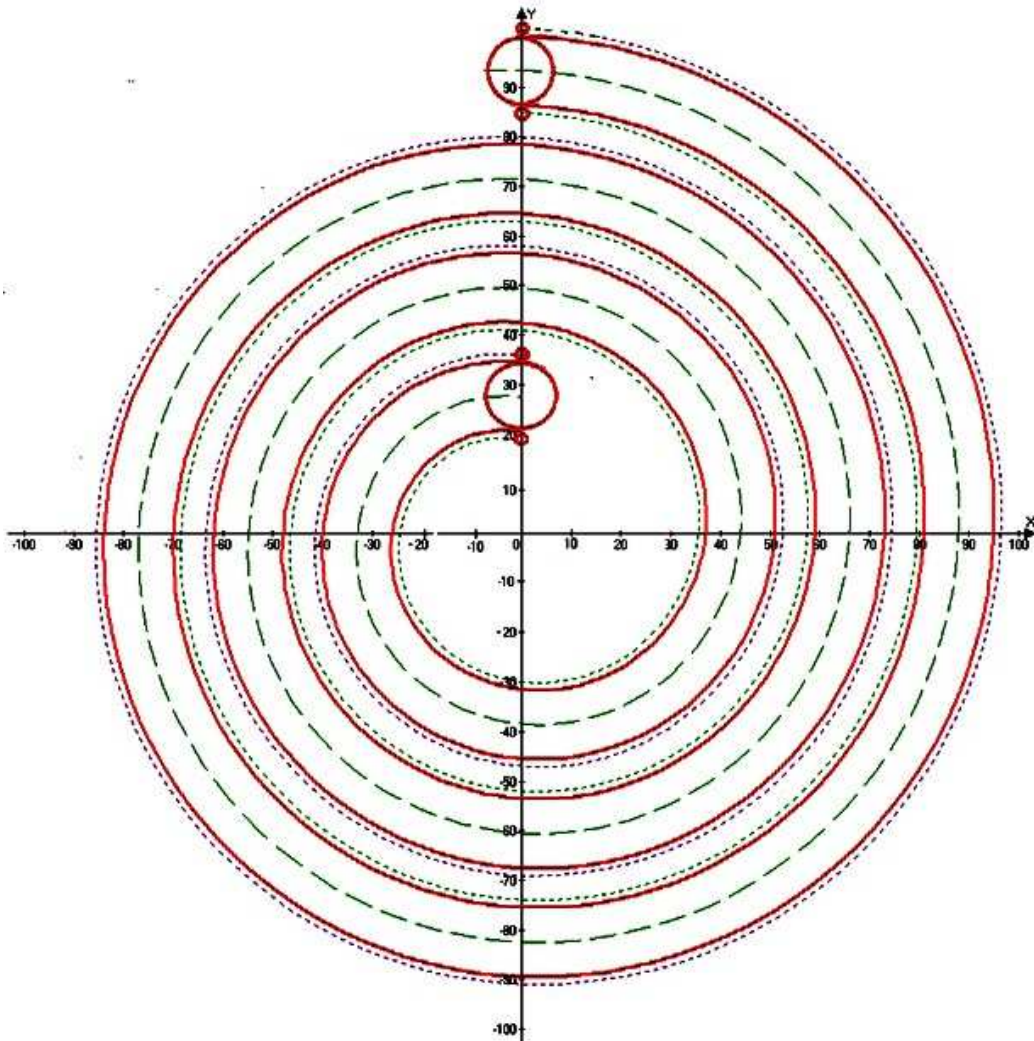


Рисунок 4 – Спираль с основным каналом $D = 14$ мм и отводящими каналами $d = 2$ мм.

Другим важным конструктивным параметром спирали является ее длина, измеренная по осевой линии центрального канала, которую можно определить по формуле (6):

$$L = \frac{k}{2} \cdot \left[\varphi_2 \cdot \sqrt{1 + \varphi_2^2} - \varphi_1 \cdot \sqrt{1 + \varphi_1^2} + \ln \left| \varphi_2 + \sqrt{1 + \varphi_2^2} \right| - \ln \left| \varphi_1 + \sqrt{1 + \varphi_1^2} \right| \right]. \quad (4)$$

Ранее мы определили, что значение коэффициента k для наших исходных данных равно:

$$k = \frac{\delta_{\text{cg}}}{2\pi} = \frac{22}{2\pi} = 3,5014.$$

После подстановки численных значений в формулу (4) получим, что длина центрального канала, измеренная по его осевой линии, равна $L = 1142,54$ мм.

Теперь, зная длину центрального канала и среднюю скорость потока в канале можно определить время пребывания потока в канале [6, 7]:

$$t = \frac{L}{V_{cp}}. \quad (5)$$

Будем полагать, что по каналу течет загрязненная вода с температурой 20°C, при значении средней скорости $V_{cp} = 2 \text{ м/с}$.

При такой скорости воды число Рейнольдса будет равно:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{2 \cdot 0,014}{1 \cdot 10^{-6}} = 28000 = 2,8 \cdot 10^4,$$

что соответствует развитому турбулентному режиму течения.

Такому значению скорости при диаметре основного канала $D = 14 \text{ мм}$ для жидкости с плотностью 1000 кг/м³ соответствует расход [8, 9]:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V_{cp} \cdot \gamma = 0,785 \cdot 0,014^2 \cdot 2 \cdot 1000 = 0,307 \text{ м}^3 / \text{с} \approx 1,105 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Время пребывания потока в канале от момента входа жидкости в канал до момента выхода из него равно:

$$t = \frac{L}{V_{cp}} = \frac{1,1425}{2} = 0,571 \text{ с}.$$

Таким образом, как следует из выше изложенного это важнейшая характеристика устройства для очистки жидкости, поскольку для различного фракционного состава примесей и соотношения их плотностей, время t_{\min} (время пребывания загрязненной жидкости в устройстве очистки, требуемое для эффективного разделения фракций в потоке) будет различным. Это время для каждой комбинации примесей можно установить только экспериментально. Ясно, что для эффективной очистки жидкости должно соблюдаться неравенство $t \geq t_{\min}$ [10].

Список литературы:

1. Метод очистки авиационного топлива для ЛА малой авиации / А.А. Карташова, Ю.А. Савицкий, В.П. Панков, В.В. Терехов // В сборнике XII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Посвященной 61-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2022. – С. 300–304.
2. URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Архимедова_спираль (24.11.2023).
3. Лекции по гидродинамике» // Казанский (Приволжский) федеральный университет. – URL : <https://kpfu.ru> > Mazo_Potashev_Gidrodinamika (28.11.2023).
4. Сепаратор очистки жидкости центробежный с кольцевыми каналами / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак, В.А. Косой // Патент на полезную модель 204736 U1, 08.06.2021. Заявка № 2021102923 от 08.02.2021.
5. Чумак П.В. Устройство очистки жидкости / П.В. Чумак, В.В. Терехов, Р.Р. Черный // Патент на полезную модель RU 161442 U1, 20.04.2016. Заявка № 2015147679/05 от 05.11.2015.
6. Терехов В.В. Сепаратор очистки жидкости центробежный / В.В. Терехов, Р.Р. Черный, Л.А. Пережогин // Патент на изобретение RU 2484877 C1, 20.06.2013. Заявка № 2012109098/05 от 11.03.2012.
7. Черный Р.Р. Устройство очистки жидкости / Р.Р. Черный, В.В. Терехов, М.И. Рябухин // Патент на полезную модель RU 116781 U1, 10.06.2012. Заявка № 2012101719/05 от 18.01.2012.
8. Докучаев В.Г. Устройство для очистки жидкости / В.Г. Докучаев, М.И. Рябухин, В.В. Терехов // Патент на изобретение RU 2404839 C1, 27.11.2010. Заявка № 2009121486/05 от 08.06.2009.
9. Докучаев В.Г. Методика численного моделирования турбулентного течения в осесимметричном канале / В.Г. Докучаев, В.В. Терехов // Техника и технология. 2010. № 4. С 29-33.
10. Терехов В.В. Исследование конструкции инерционного центробежного сепаратора с просторазностным витым каналом / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, П.В. Чумак // Естественные и технические науки. – 2023. – № 6(181). – С. 236–239.

**ГУМАНИТАРНЫЕ
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

**HUMANITIES
AND SOCIO-ECONOMIC
SCIENCES**

**КУРСОВОЙ ОФИЦЕР-ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:
РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ У КУРСАНТОВ-ЛЁТЧИКОВ
ОБЩЕСТВЕННО ЗНАЧИМЫХ И ЛИЧНОСТНОЗНАЧИМЫХ ЦЕННОСТЕЙ**



**COURSE OFFICER-TEACHER:
ROLE IN THE FORMATION OF SOCIALLY SIGNIFICANT
AND PERSONALLY SIGNIFICANT VALUES AMONG CADET PILOTS**

Медведев В.И.

доктор исторических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Савеленко В.М.

доктор социологических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье показана роль курсового офицера-преподавателя в формировании нравственных и профессиональных качеств у курсантов-лётчиков РФ и ИВС. Выявлены основные факторы, влияющие на формирование у курсантов-лётчиков таких качеств, как высокая дисциплинированность, верность воинскому долгу, психологическая устойчивость, смелость, мужество, отвага. Определено содержание воспитательного процесса и место в нем курсового офицера-преподавателя. Проведен анализ уровня подготовки курсовых офицеров-преподавателей, предложены пути подбора и совершенствования их подготовки.

Ключевые слова: воинское обучение и воспитание, курсовой офицер-преподаватель, курсант-лётчик, абитуриент, нравственные ценности, воспитательный процесс, профессиональные ценности.

Medvedev V.I.

Doctor of Historical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Savelenko V.M.

Doctor of Sociological Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article shows the role of the course officer-teacher in the formation of moral and professional qualities among cadet pilots of the Russian Federation and foreign countries. The main factors influencing the development of such qualities in cadet pilots as high discipline, loyalty to military duty, psychological stability, daring, courage, bravery have been identified. The content of the educational process and the place of the course officer-teacher are determined. An analysis of the training level of course officers-teachers was carried out, and ways of selecting and improving their training were proposed.

Keywords: military training and education, course officer-teacher, cadet pilot, applicant, moral values, educational process, professional values.

Воинское обучение и воспитание лётного состава ВВС РФ занимает одно из ведущих мест в общей системе подготовки войск. Высшие военные учебные заведения играют особую роль в этой системе, так как в военном училище закладываются основы личности офицера армии России. В военном училище курсанты-лётчики осваивают основы своей будущей профессии, здесь они постигают азы пилотирования. После окончания военного училища и прибытия в боевой полк основное внимание уделяется отработке учебно-боевых задач в соответствии с родом авиации, а вопросам воспитания отводится значительно меньше времени.

В статье мы не будем рассматривать все виды подготовки, необходимые курсанту-лётчику, чтобы стать профессиональным военным лётчиком. Цель подготовки курсанта-лётчика не только в овладении техникой пилотирования и умении вести воздушный бой, но и формирование профессионально-важными компетенциями и иметь высокие морально-психологических, волевых и нравственных качеств личности. Профессия военного лётчика требует развития таких качеств, как высокая дисциплинированность, верность воинскому долгу, психологическая устойчивость, смелость, мужество, отвага, честность, умение брать на себя ответственность и др. Сегодня в лётных вузах

ВКС России, готовят не просто военного летчика, а гражданина Российской Федерации, патриота, готового в любой момент защитить свою Родину. Формирование таких качеств у курсантов лежит в основе подготовки курсантов-лётчиков в КВВАУЛ.

Современное российское общество имеет сложную структуру, которая определена социально-экономическими процессами, происходящими в России и мире. Либеральные ценности, которые распространяют и силой внедряют США и страны ЕС, разрушают истинные, традиционные ценности граждан Российской Федерации, захватывают сознание людей, пагубно влияют на общественное сознание, приводят к тому, что нравственные ценности уходят на второй план, а главенствующую роль занимают личностные, материальные и экономические ценности. Эти и некоторые другие процессы влияют на моральные качества и мотивы юношей, поступающих в лётные училища ВКС РФ. Современное телевидение и интернет чаще разрушающе влияют на мировоззрение и мировосприятие молодых людей, пропагандируют западный образ жизни, их либеральные ценности, которые, как показало время, несовместимы с традициями нашего многонационального государства. Этим определяется актуальность рассматриваемой темы, а также роль и место в воспитательном процессе курсового офицера-преподавателя.

Вооруженные силы Российской Федерации не ограничиваются только функцией защиты от внешних врагов. Они являются носителем высокой нравственности и духовности, воспитывают личный состав на традиционных ценностях нашей Родины. Русские офицеры всегда являлись носителями значимых культурных ценностей, примером мужества, отваги, исполнения воинского долга.

Основная воспитательная работа и формирование личности курсанта-лётчика возложена на курсовых офицеров-преподавателей, но нельзя принижать роль профессорско-преподавательского состава, который в процессе обучения решает возложенные на них задачи по воспитанию курсантов-лётчиков. Особая роль отводится преподавателям, которые проводят занятия по дисциплинам гуманитарного цикла. Они дают курсантам-лётчикам знания, которые лежат в основе нашей культуры. В данной статье мы рассмотрим роль курсовых офицеров-преподавателей, которые занимаются с курсантами-лётчиками, решая их проблемы и оказывая помощь в трудной жизненной ситуации.

В рамках проводимых научно-исследовательских работ в КВВАУЛ изучалась роль курсовых офицеров-преподавателей в формировании личности курсанта-лётчика как гражданина Российской Федерации, патриота своей Родины, носителя традиционных российских ценностей и офицера-методиста, способного правильно организовать и проводить работу с личным составом в войсках. Нами были выявлено содержание воспитательного процесса в училище, определены направления воспитательной работы курсовых офицеров-преподавателей (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Содержание современного воспитательного процесса



Рисунок 2 – Направления работы курсового офицера-преподавателя

Из приведённой схемы вытекают основные направления деятельности курсового офицера-преподавателя по гармоничному развитию личности курсанта-лётчика, формированию общественно значимых и лично значимых ценностей. Анализ рисунков 1 и 2 показал, что для формирования всесторонне развитой личности требуются глубокие знания истории, педагогики, психологии, философии, социологии, этики и ряда других наук. Необходимо овладеть методологией и основными методами воспитательной работы с курсантами-лётчиками, знать и уметь применять психолого-педагогические механизмы воздействия на сознание личности курсанта-лётчика с целью подготовки авиационного командира и высоконравственной личности.

Надо понимать, что не только знания помогут готовить курсантов-лётчиков, необходима личная уверенность и убеждённость курсового офицера-преподавателя в правоте проводимой работы. Важно самому быть примером в соблюдении Конституции и Законов РФ, воинских уставов и нравственных принципов российского общества.

Современный мир, средства массовой информации оказывают неоднозначное влияние на курсантов-лётчиков. Воздействуя на сознание курсантов, они не всегда являются положительными факторами в деле их воспитания. На рисунке 3 представлены основные факторы, оказывающие влияние на воспитание будущих офицеров Российской армии.

Факторы, влияющие на формирование личности			
<p>Внутренние: собственная активность личности, порождаемая противоречиями, интересами и другими мотивами, реализуемая в самовоспитании, деятельности и общении</p>	<p>Внешние: макросреда, мезо- и микросреда природная и социальная, воспитание в широком и узком социальном и педагогическом смысле</p>	<p>Социальные: среда и воспитание</p>	<p>Биологические: наследственность</p>

Рисунок 3 – Факторы, влияющие на формирование личности курсанта-лётчика

Специфика службы военного лётчика требует не только глубоких знаний, но и высокой самоотдачи и самопожертвования во имя интересов государства, общества и народа. Это определяет значение нравственного фактора и делает его важным слагаемым побед в воздушном бою.

Нравственное воспитание курсантов-лётчиков включает психологическое образование, связанное с идеями, идеалами и общей культурой общества. Курсовой офицер-преподаватель обязан найти идеалы, которые способствуют укреплению связей курсантов-лётчиков с обществом. Л.Н. Толстой говорил: «Плохо, если у человека нет ничего такого, за что он готов умереть». Сегодня необходимо пробудить у курсанта-лётчика истинный патриотизм, оказать помощь в понимании духовности нашего народа, прививать любовь к Родине, своей культуре и вызвать чувство национально-духовного единения. Идея государства является важным фактором воспитания курсанта-лётчика, она соединяет людей единой духовностью, культурой и правосознанием, цементирует государственное устройство. Задача состоит в том, чтобы курсант-лётчик без принуждения осознал бы себя гражданином государства, членом российского общества, так как любое принуждение опасно, оно несёт отторжение любых идей.

В Вооружённых силах Российской Федерации нет высших учебных заведений, в которых готовят курсовых офицеров-преподавателей. Каждый вуз самостоятельно проводит отбор на должности курсовых офицеров-преподавателей. Офицеров, назначенных на эти должности, необходимо учить работать с курсантами, осуществляя постоянный контроль над их работой и становлением в должности.

Нами было выявлено, что качество работы курсового офицера-преподавателя с курсантами-лётчиками зависит от ряда факторов: опыта службы в занимаемой должности; опыта службы в войсках; наличие профильного и педагогического образования, творческих способностей и умения найти индивидуальный подход к каждому, обладать харизмой. Наличие у курсовых офицеров-преподавателей этих факторов формирует у курсантов-лётчиков соответствующее отношение к ним и способствует завоеванию авторитета.

В рамках НИР «Формирование ИВС» нами был проведен анализ уровня подготовки курсовых офицеров-преподавателей и начальников курсов КВВАУЛ, который представлен на рисунках 3, 4 и 5.

Таблица 1 – Распределение начальников курсов и курсовых офицеров-преподавателей по опыту службы в занимаемой должности

	До одного года	> 1–3 года	> 3–5 лет	> 5 лет	Итого
Количество начальников курсов и курсовых офицеров-преподавателей	11(16 %)	22 (33 %)	11 (16 %)	24 (35 %)	68 (100 %)

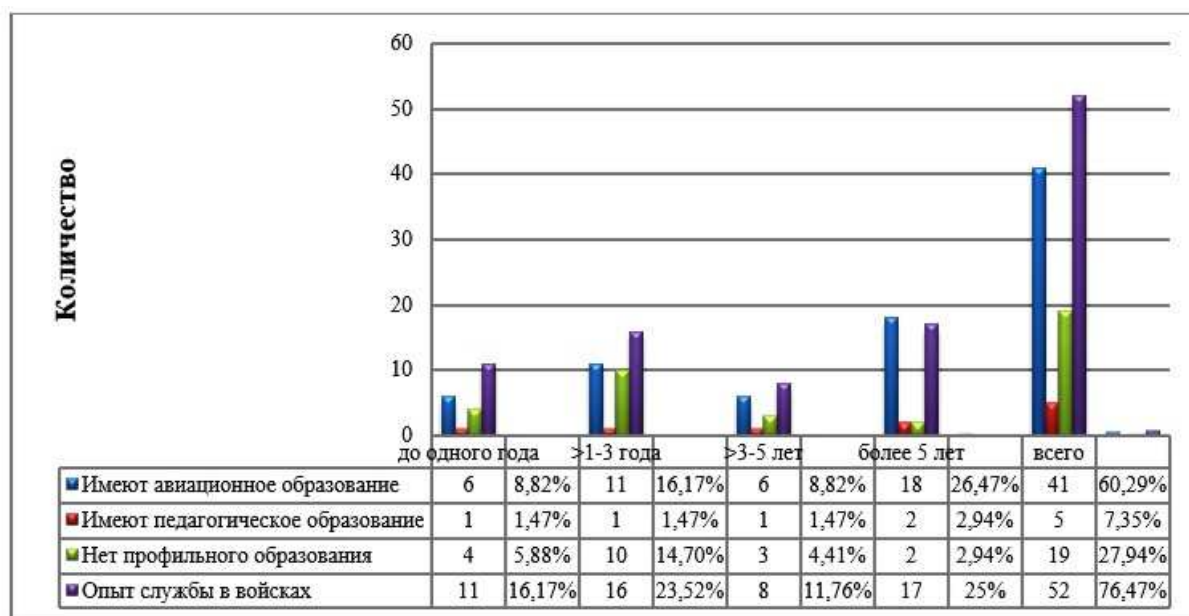


Рисунок 4 – Качественная характеристика уровня подготовки начальников курсов и курсовых офицеров-преподавателей КВВАУЛ

Анализ показал, что из 68 начальников курсов и курсовых офицеров-преподавателей, 16 % не имеют опыта работы с курсантами, 33 % имеют недостаточный опыт работы с курсантами, 16 % получили определенный опыт работы и могут формировать необходимые компетенции и только 35 % освоили должность начальника курса и курсового офицера-преподавателя и способны качественно организовать учебно-воспитательный процесс.

Отсюда видно, что 41 офицер (60,29 %) получили образование в авиационных вузах и академиях, 52 (76,47 %) имеют опыт службы в войсках, 19 (27,94 %) не имеют профильного образования и 5 (2,94 %) имеют педагогическое образование.

Нами был проведен анализ подготовки курсовых офицеров-преподавателей, которые обучают и воспитывают курсантов иностранных государств (рис. 5, 6).

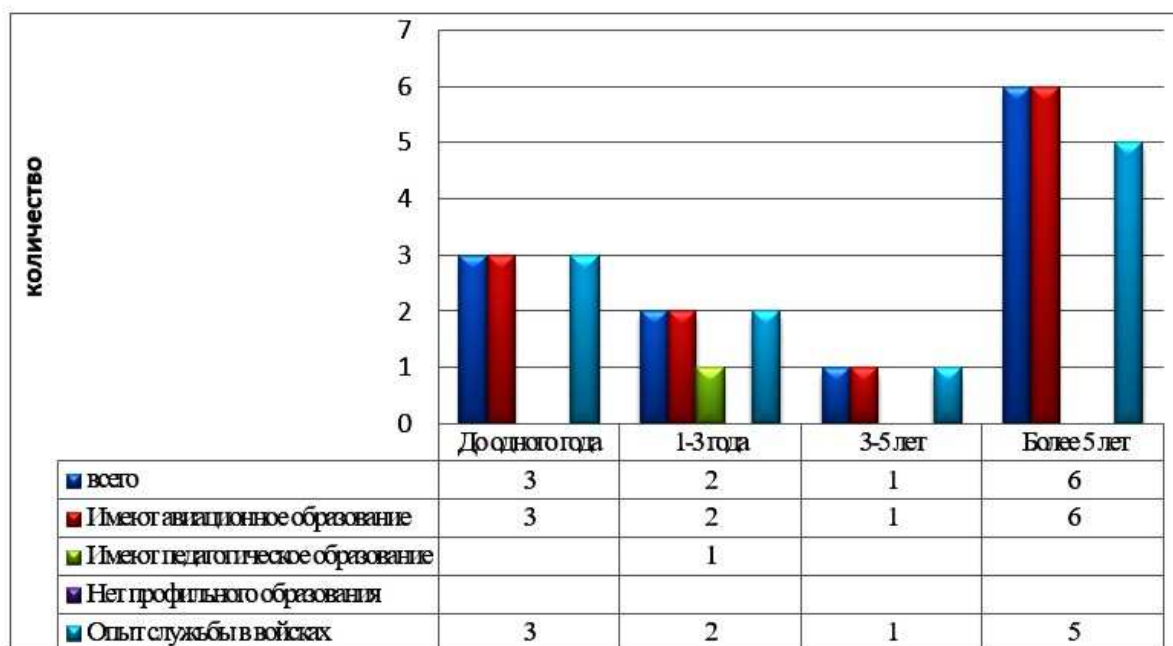


Рисунок 5 – Уровень подготовки и распределение по опыту работы начальников курсов и курсовых офицеров-преподавателей 5-го факультета КВВАУЛ

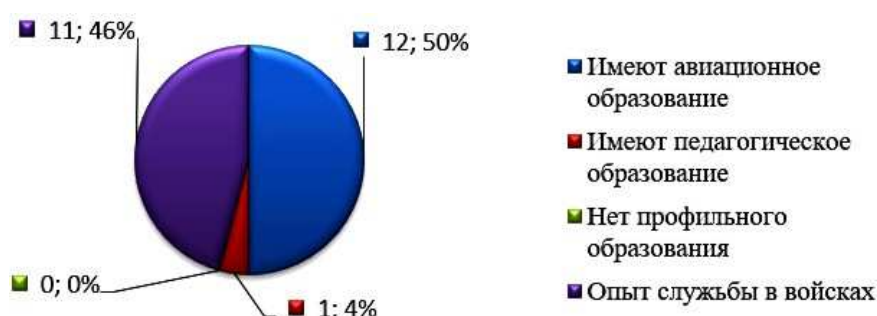


Рисунок 6 – Качество подготовки начальников курсов и курсовых офицеров-преподавателей 5 СФ КВВАУЛ

Анализ рисунков показал, что все начальники курсов и курсовые офицеры-преподаватели имеют опыт службы в войсках и получили образование в авиационных училищах и авиационной академии. Только 50 % имеют достаточный опыт и способны качественно организовать учебно-воспитательный процесс на высоком методическом уровне. Подбор кадров на должности начальников курсов и курсовых офицеров-преподавателей организован в соответствии с требованиями руководящих документов. Однако необходимо учитывать, что 49 % курсовых офицеров-преподавателей не имеют необходимого опыта работы с курсантами, только 7,35 % имеют педагогическое образование.

Повышение требований к качеству подготовки курсантов-лётчиков и изменение статуса курсовых офицеров требуют от них особых знаний и личной ответственности. Сегодня не все курсовые офицеры-преподаватели знают содержание диагностики отдельного курсанта-лётчика и группы в целом, основные категории педагогики, психологии и социологии, особенно такие, как «Я–концепция», направленность личности, потребностно-мотивационная и эмоционально-волевая сферы личности и ряд других. Это приводит к тому, что курсовой офицер-преподаватель не может правильно выявить проблемы в развитии, обучении и воспитании курсанта-лётчика и, как результат, не могут в полном объеме, качественно провести соответствующую корректировку и выбрать необходимые методы воздействия на сознание курсанта-лётчика.

Список литературы:

1. Бочаров И.В. Роль преподавательского и инструкторского состава в формировании и развитии профессионально важных качеств у курсантов авиационных вузов / И.В. Бочаров // Мир педагогики и психологии. – 2020. – № 5.
2. Голомин В.Е. Педагогическая система совершенствования гуманитарной подготовки курсантов в вузов : дис. ... канд. пед. наук. – Саратов, 2003.
3. Дермелева Е.В. Специфика формирования профессионально-ценностных ориентаций курсантов высшего военного учебного заведения : дис. ... канд. пед. наук. – М., 2005.
4. Зуборев И.А. Педагогические технологии системы воинского воспитания : учеб. пособие. – Екатеринбург : ЕВАКУ (ВИ), 2004.
5. Кудрявцева В.Ю. Военно-профессиональная подготовка курсантов высших военно-учебных заведений к педагогической деятельности в войсках : дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2017.
6. Кукса П.А. Формирование ценностных ориентаций и установок у курсантов военных вузов в процессе воспитания и учебной деятельности : дис. ... канд. пед. наук. – Саратов, 2003.
7. Куршев А.В. Подготовка курсантов высших военных учебных заведений к воспитательной работе в процессе изучения военно-педагогического наследия : дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2018.
8. Ляпина Н.В. Искусство управленческого общения командира в повседневной служебной деятельности и экстремальных ситуациях : учебно-метод. пособие. (Практика оказания психолого-педагогической помощи военнослужащим) / Н.В. Ляпина, И.И. Савич. – Екатеринбург, 2006.
9. Мамчур А.М. Теоретическое и технологическое обеспечение гуманитаризации военного образования курсантов (слушателей) вузов : дис. ... д-ра пед. наук. – Тольяти, 2019.
10. Мухамедова Г.Х. Педагогические условия военно-патриотического воспитания курсантов в военном вузе : дис. ... канд. пед. наук. – Йошкар-Ола, 2015.
11. Савич И.И. Формирование ценностного отношения курсантов военно-учебных заведений к педагогической деятельности офицера : дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2006.
12. Сибгатуллина А.Р. Подготовка курсантов военно-учебных заведений к воспитательной деятельности военно-патриотической направленности : дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2016.

УДК 323

СПЕЦИАЛЬНАЯ ВОЕННАЯ ОПЕРАЦИЯ РОССИИ НА УКРАИНЕ:
ВОЕННО-СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ



RUSSIAN SPECIAL MILITARY OPERATION IN UKRAINE:
MILITARY STRATEGIC ASPECT

Стрелецкий Я.И.

кандидат философских наук,
профессор,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
yakovil-1907@mail.ru

Аннотация. Озаглавленная проблема анализируется в ее трех дискурсах: правовом, экзистенциальном и духовном. Их содержание представлено конкретными фактами, положениями, объективными источниками. Доказывается антинаучность и реакционная политическая сущность различных русофобских концепций, предлагается ряд мер патриотического воспитания нашей молодежи, повышения качества военно-политической работы в Вооруженных Силах РФ.

Ключевые слова: Специальная военная операция, уровни военной угрозы России, русофобия, национальная безопасность страны, идеология, военно-политическая работа.

Streletsky Ya.I.

PhD in Philosophy,
Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
yakovil-1907@mail.ru

Abstract. The titled problem is analyzed in its three discourses: legal, existential and spiritual. Their content is represented by facts, provisions and objective sources. The authenticity and reactionary political essence of various Russophobic concepts are proved. A number of measures are proposed for the patriotic education of our young people to improve the quality of military and political work in the armed forces.

Keywords: Special military operation, levels of threats to Russia, Russophobia, national security, ideology, military and political work.

*На славу гордую России
Опять, шумя, восстали вы.
М.Ю. Лермонтов.*

Специальная военная операция (СВО) России на Украине осуществляется уже почти два года. За этот период сформировались ее различные характеристики и оценки, особенно в части необходимости этой операции. Отсюда цель данной публикации состоит в том, чтобы на уровне теоретического объективного анализа доказать ее актуальность и целесообразность, представить эту операцию как превентивную, рационально обоснованную акцию по обеспечению национальной безопасности РФ. Реализацию этой задачи осуществим посредством исследования темы в ее трех дискурсах – правовом, экзистенциальном и духовном. Преступим к их анализу.

Правовой дискурс представим в положениях, раскрывающих его конкретное содержание.

Во-первых, в игнорировании руководством НАТО, одобренного и рекомендованного ООН правового принципа согласно которому безопасность одних стран (групп государств) запрещается обеспечивать в ущерб и за счет безопасности других. Правовой нигилизм «коллективного» Запада, что называется, налицо. Дело в том, что до 2001 г. в НАТО входило 16 государств, а в 1994 г. руководством этого военного блока была создана структура «Партнерство во имя мира» с заявленной благородной целью – укрепление доверия между Североатлантическим союзом и образовавшимися после распада Советского Союза 22-мя самостоятельными государствами. И 14 из них были включены в НАТО в три этапа. Первый – март 1999 г.: Чехия, Венгрия, Польша; второй – март 2004 г.: Болгария, три республики Прибалтики, Румыния, Словакия и Словения; третий – апрель 2009 г.: Албания, Хорватия, затем Черногория в 2017 г. и Македония в 2020 г. А ведь по материалам, опубликованным в журнале Der Spiegel, содержащими архивные данные, на известном саммите «двойки» – делегаций СССР, США и «четверки» – обеих Германий (ГДР и ФРГ), Франции и Англии было обещано «не двигать НАТО на Восток ни на дюйм».

Однако, «забыли». И не потому, что у лидеров Запада проблемы с памятью, а потому, что их геополитические амбиции и русофобская стратегия не знают границ. Ведь курированный, главным образом США, госпереворот в Киеве в феврале 2014 г. предполагал размещение в Крыму и на Черном море американских военно-морских баз для «сдерживания России». Но, к счастью, опоздали.

Во-вторых, в коварной методике затягивания Западом Минских переговоров с целью выиграть время для укрепления и подготовки ВСУ к вооруженному вторжению в Донбасс. Как отметил Президент В.В. Путин на заседании Петербургского международного экономического форума, западные политики «подписывая Минские соглашения, не собирались ничего делать и публично совсем недавно об этом сказали, признались, по сути. И со стороны украинских властей, и со стороны европейцев публично об этом сказали. Так что мы просто вынуждены были использовать Вооруженные Силы, признать независимость, а потом и ответить на просьбу Донецкой и Луганской республик о принятии в Россию, а потом оказать им вооруженную помощь в попытке прекратить это вооруженное противостояние» [1]. И оно, безусловно, прекратилось бы. Но тот же Запад под давлением Вашингтона накачивал ВСУ оружием и боевой техникой, обучал в специальных центрах их личный состав, а Пентагон фактически командовал генштабом «независимой».

В-третьих, в нелегитимной стратегии двойных стандартов. Она в данном дискурсе проявляется в том, что НАТОвцы, с одной стороны, возмущены растущим военным сотрудничеством РФ и Белоруссии, размещением в последней наших «Искандеров», углубляющимся стратегическим партнерством России и Китая [2, с. 4]. С другой же стороны, они «не видят угроз» Союзному государству размещением в пяти европейских странах своих шести военно-авиационных баз, оснащенных ядерным оружием, равно как и танковыми армадами в Германии, Турции, Польше.

Экзистенциальный (лат. *existentia* – существование) дискурс отражает реальную угрозу Русскому миру со стороны НАТО, которую проанализируем по следующим основаниям.

Во-первых, угроза на уровне военно-стратегическом. Она отражена в Стратегии национальной безопасности США, принятой осенью 2022 г. В этом государственном документе впервые после распада СССР наша страна объявлена врагом Америки и империалистическим агрессором, которого необходимо устранить. Достичь этой цели Вашингтон со своими союзниками методами классической войны не могут – Россия ядерная держава. Причем, по некоторым новейшим образцам обладает монополией. Поэтому выбрана стратегия «прокси-войны» – война чужими руками на чужой территории – на Украине, украинцами. Их не жалко, а оружием обеспечим. И на сей раз слово сдержали. Как признался экс-советник минобороны США Д. Макгрегор, «мы годами работали над тем, чтобы создать громадную 600-тысячную армию с одной лишь целью – атаковать Россию и превратить Восточную Украину в плацдарм для ударов по Российской Федерации, в том числе с применением баллистических ракет» [3, с. 10].

Во-вторых, угроза на уровне оперативно-тактическом. Она выражается в объявленных планах – «дорожной карте» – приема Украине в НАТО. После избрания в 2021 г. Дж. Байдена президентом США, наш Президент при личной встрече с американским коллегой и в онлайн формате неоднократно предупреждал Белый дом о неприемлемости для России членства Украины в Североатлантическом блоке. По словам американского ученого-экономиста с мировым именем Джеффри Сакса, «Путин сказал: «Наша красная линия – прекращение расширения НАТО. Вы прекращаете попытки развернуть военные базы у наших границ. Вы прекращаете поставки вооружений на Украину. Давайте детально обсудим условия возможного соглашения». Ответ Белого дома был следующий: «Нам нечего обсуждать. И уж конечно, мы не собираемся говорить о нерасширении НАТО». В результате... что стало результатом? 24 февраля 2022 года». [4, с. 4].

После этой даты Запад на деле зачислил Украину в НАТО, чему доказательством являются следующие факты:

– подготовка офицерского и сержантского состава ВСУ в учебных центрах США, Канады, Англии, Германии, Польши;

– 26 апреля 2022 г. на авиабазе Пентагона в Рамштайне (ФРГ) состоялось первое заседание «Контактной группы по поддержке Украины», то есть по поставкам последней оружия и боевой техники;

– под давлением Вашингтона Германия поставляет «Леопарды», Англия – «Челенджеры» и ракеты «Бримстоун», Польша – САУ «Krab», но лидерство за США: ПТУРС «Джевелин»; РСЗО «Himars», комплекс ПВО «Patriot», а с июля 2023 г. – запрещенные Конвенцией ООН касетные боеприпасы, которые являют собой угрозу, в первую очередь, гражданскому населению, ибо их часть взрывается не сразу и выступает миной замедленного действия.

На очереди – поставка Пентагоном танков «Абрамс» и истребителей F-16. Но даже американские военные эксперты перспективы их применения в зоне СВО оценивают пессимистически. Так, ветеран ВВС США Дэниел Девис полагает, что летные и боевые данные F-16 уступают нашему Су-35С, а советник Центра стратегических и международных исследований Марк Кансиан констатирует: «F-16 никогда не противостоял российским ПВО в реальных условиях. Идея того, что полеты F-16 над линией фронта станут выходом из патовой ситуации, просто нежизнеспособна. Это слишком опасно. Российская противовоздушная оборона очень грозная» [5, с. 4]. Однако объективная оценка Белому дому вовсе не нужна. Ведь главное для его хозяев – ослабить Россию, ослабить Украину, ослабить своих европейских союзников с тем, чтобы сохранить для США лидерство в глобальном геополитическом пространстве.

В-третьих, угроза на уровне театра военных действий. Ее содержание раскроем по следующим направлениям.

Угроза, исходившая от функционирования на территории Украины более 30-ти биологических лабораторий Минобороны США. По официальной версии они якобы исследовали эпидемиологическую обстановку в районах расположения с тем, чтобы оказать помощь местной власти в борьбе с опасными заболеваниями людей и животных. Дело, безусловно, благое. Но почему в таком случае нет подобных лабораторий на территории США? Да потому, что их деятельность там запрещена законом.

В действительности в лабораториях военного ведомства США на территории «незалежной» велись разработки биологического оружия, нацеленного, в первую очередь, против России [6, с. 11]. Более того, активно проводились эксперименты по созданию этнического оружия – против славян. Такого рода оружие уже хранится в арсеналах Пентагона для применения в «час X» как против «своих латинос», так и в адрес чужих – «лиц не англосакской национальности».

Угроза, исходившая от потенциальной возможности разработки и применения властями Киева ядерного оружия. История здесь такова. Власти Украины 5 декабря 1994 г. подписали Будапештский меморандум, определивший ее безъядерный статус. Однако впоследствии были сделаны шаги в обратном направлении:

– в марте 2006 г. Верховная рада рассмотрела законопроект о возвращении Украине ядерного статуса;

– в апреле 2021 г. украинский посол в ФРГ А. Мельников пригрозил Западу разработкой ядерного оружия, если Украину «срочно» не примут в НАТО;

– в июле 2022 г. лидер партии «Слуга народа» Д. Арахамия заявил в парламенте, что ядерное оружие необходимо, чтобы «шантажировать весь мир, в том числе и Россию».

Следует отметить, что для этого есть реальные возможности: научно-техническая база Института ядерных исследований в Киеве; Харьковский физико-технологический институт; урановые рудники в Николаевской, Днепропетровской и Кировоградской областях.

Реальную угрозу представляет производство и применение «грязной бомбы». По информации Минобороны РФ, генштаб ВСУ спланировал ее подрыв в зоне СВО. «Цель провокации – обвинить Россию в том, что она применила оружие массового уничтожения на украинском театре военных действий и тем самым запустить в мире мощную антироссийскую кампанию, нацеленную на подрыв доверия к Москве», – заявил начальник Войск радиационной, химической и биологической защиты Вооруженных сил РФ генерал-лейтенант Игорь Кириллов [7, с. 10]. Эта провокация не была осу-

ществлена только потому, что западные кураторы киевского режима не дали «добро» – слишком опасно, Россия может ответить. Мало не покажется.

Духовный дискурс СВО особый. По своей сущности он охватывает спектр идейных, морально-нравственных, ценностных основ бытия Русского мира. Дело в том, что после спонсируемого Западом «майданного» госпереворота захватившие власть необандеровцы взяли стратегический курс на ликвидацию всего русского в Донбассе и в целом по всей Украине. Как подчеркнул Министр обороны Шойгу С.К., «там поощрялось продвижение законодательства, запрещающего русский язык, русские СМИ, русскую культуру – все, что связано с нашей страной» [8]. Русофобская методология там велась и ведется, главным образом, по следующим основным направлениям.

Во-первых, атака на русский язык. Так, в сентябре 2017 г. Верховная рада приняла закон согласно которому учебный процесс в стране от детсадика до университета переводится на «мову», а на «язык нацменьшинств» наложено табу. И это при всем при том, что на русском общаются более 70 % населения Украины, в том числе и значительная часть депутатов парламента. Закрыты вещавшие на русском радио и телеканалы, не транслируются кинофильмы, запрещены постановки театров на «языке агрессора», ликвидированы издававшиеся на русском газеты и журналы. Из учебных программ школ и вузов вычеркнуты имена классиков русской художественной литературы. Правда, пришлось оставить Т.Г. Шевченко, хотя вся его проза – на русском. Перевели на украинский. Здесь, полагаем, уместно заметить следующее: ни один политик на Западе, ни один депутат Европарламента, ни одно либеральное (лат. *liberalis* – свободный) не возмутились этим фактом этноцида на государственном уровне.

Во-вторых, атака на Украинскую православную церковь (УПЦ) Московского патриархата, что подтверждается фактами настоящего вандализма:

- вооруженные бейсбольными битами необандеровцы изгоняют из храмов прихожан, церкви закрываются или превращаются в католические костелы;
- с началом СВО по сентябрь 2023 г. против православных священников, отказавшихся перейти к раскольникам – филаретовцам, возбуждено более 70-ти уголовных дел;
- в июле 2023 г. спецслужбы киевского режима захватили и опечатали Киево-Печерскую лавру, выставили на улицу монахов, а церковные реликвии подготовили к передаче «на хранение» в Ватикан.

Только из этих фрагментов беззакония и правового нигилизма видно, что для русофобов в Киеве и «на местах» ничего святого не существует. И здесь неолибералы тоже взяли на вооружение принцип хитрой шимпанзе: «ничего не вижу, ничего не слышу, ничего никому не скажу». Но ответить все равно придется, притом не только перед судом земным, но и небесным.

В-третьих, атака на историческую память. Она предпринимается в разных формах, на разных уровнях – от варварских разрушений памятников красноармейцам-освободителям Украины от фашизма до «декоммунизации топонимии» – переименование городов, сел и улиц с «москальских» на «патриотические»: имена советских маршалов и генералов, в том числе и уроженцев с Украины, меняются на бандеровцев – пособников Гитлера, воевавших в рядах вермахта против Красной Армии и боровшихся с советской властью вплоть до конца 50-х годов прошлого века.

На теоретическом же уровне борьба с исторической правдой осуществляется представителями «альтернативной истории». Последние сочиняют различного рода концепции целью которых является фальсификация истории, реформативное историческое памяти граждан «незалежной», воспитание подрастающего поколения в духе ненависти ко всему русскому.

Например, «историки» В. Верстюк и А. Сорочинская явили миру «открытие» в котором древнее государство «Украина-Русь» якобы было уничтожено москалями. В действительности такого государства никогда не существовало, а Украина впервые приобрела свой суверенитет только в советское время – указом В.И. Ленина в 1918 году. Об этом, кстати, пишет известный украинский историк Михаил Грушевский.

В «постмайданное» время стала особенно популярной концепция о голодоморе. Ее авторы – А. Струкевич, В. Гоньский пытаются доказать, что в 30-х годах прошлого века большевистский Кремль искусственно учинил голод с тем, чтобы «уморить хох-

лов». Здесь, экономя пространство и время, зададимся элементарным вопросом: а зачем сие злодеяние Москве? Ведь ей, наоборот, были необходимы граждане советской Украины для реализации грандиозных планов социалистического строительства, для защиты завоеваний Октября. Но законы формальной логики, по всей видимости, русофобы отменили.

Феномен СВО – закономерная, естественная и объективно необходимая реакция РФ на милитаристский военно-стратегический курс Запада под руководством Вашингтона с целью «отменить Россию» для сохранения однополярного миропорядка при лидерстве США. Однако формирование многополярного мира процесс неодолимый, он уже «шагает по планете» и Запад уже проигрывает.

Затягивание, углубление и расширение «прокси-войны» на Украине, превращение ее в перманентный процесс выгодно только цинникам Белого дома. Ведь так и только так можно ослабить Россию, а заодно и своих европейских союзников с тем, чтобы они были зависимы от «старшего брата» и, стало быть, послушны ему. Правда, даже в НАТО есть страны со «своим мнением», например, Венгрия и Турция. Процесс, как говорится, пошел.

За свою многовековую историю Россия неоднократно подвергалась судьбоносным потрясениям. И преодолевала она их постольку, поскольку народ и государство были едины. Обеспечение же соборности самого народа российского, как и его единения с государством всецело зависит от государственной политики и идеологии. Но последней у нашей страны нет. Значит нет и маяка, цели и мечты всенародной – «звезды пленительного счастья», ибо наш народ по своей ментальности не рационалист-прогматик, а романтик с высокими духовными ценностями. Они в ранге Государственной идеологии России в разных вариантах разработаны патриотическим научным сообществом страны. Дело за Верховной властью.

По ходу СВО политическим и военным руководством России определенные выводы сделаны, поправки внесены. Вместе с этим полагаем возможным обратить внимание на следующий аспект – на ее идеологическое, морально-нравственное обеспечение и сопровождение непосредственно в зоне боевых действий, то есть на военно-политическую работу с личным составом непосредственно на фронте. Ведь проводить ее там просто некому – политруков-замполитов в боевых порядках нет. Почему? Да потому, что их не готовят. Поэтому с расчетом на будущее целесообразно Минобороны страны открыть сеть военно-политических училищ по образцу советских.

Список литературы:

1. Путин В.В. Речь на пленарном заседании Петербургского международного экономического форума 15 июня 2023 г. – URL : <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/statements/71445> (дата обращения 14.09.2023).
2. Бартош А. США и НАТО пошли по тропе войны / А. Бартош // Независимое военное обозрение. – 2023. – № 29. – С. 1, 4, 5.
3. Егоров И. Русское лето наступает / И. Егоров / И. Егоров // Российская газета. – 2023. – № 23.
4. Джеффри Сакс. Победы США в холодной войне не было / Джеффри Сакс // Завтра. – 2023. – № 16.
5. Сокирко В. В самом расцвете сил небесных / В. Сокирко // Аргументы и факты. – 2023. – № 36.
6. Мельников А. «Война и мир» в биологических лабораториях США / А. Мельников // Аргументы и факты. – 2023. – № 14.
7. Гаврилов Ю. «Грязная бомба»: Россия предупреждает о провокации / Ю. Гаврилов // Российская газета. Неделя. – 2022. – № 243.
8. Шойгу С.К. Речь на I Международном антифашистском конгрессе 20 августа 2022 г. – URL : <http://yandex.ru/turbo/tvzvezda.ru/s/news/20228201324-InvS6.html> (дата обращения 18.09.2023).

УДК 159.9: 358.4

**К ИССЛЕДОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ЛИЧНОСТИ ВОЕННОГО ЛЕТЧИКА
КАК ИНТЕГРАЛЬНОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ**



**TO STUDY THE PERSONALITY STRUCTURE
OF A MILITARY PILOT AS AN INTEGRAL PERSONALITY**

Ветвицкая С.М.

доктор психологических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
vetvitckaya.svetlana@mail.ru

Мальчинский Ф.В.

кандидат психологических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
nil.pfl@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность подхода к изучению структуры личности военного летчика на принципах теории интегральной индивидуальности В.С. Мерлина. Рассматриваются особенности стратегии интегративного исследования структуры индивидуальности. Обобщается ряд научных исследований в авиационной психологии по проблеме структурного преобразования личности в профессиональной деятельности военного летчика. Сделан вывод о том, что изучение механизмов становления личности военного летчика как интегральной индивидуальности (ИИ), а также познание механизмов взаимодействия, опосредования и преобразования всех ее уровней (ИИ) и их свойств позволит нам более глубоко познать личность и получить возможность регулирования и управления ее развитием.

Ключевые слова: индивидуальность, интегральная индивидуальность, личность, структура личности, военный летчик, авиация, психология, авиационная психология.

Vetvitskaya S.M.

Doctor in Psychological Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
vetvitckaya.svetlana@mail.ru

Malchinsky F.V.

PhD in Psychological Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
nil.pfl@yandex.ru

Abstract. The article considers the possibilities of an approach to the study of the personality structure of a military pilot on the principles of the theory of integral individuality of V.S. Merlin. The features of the strategy of integrative investigation of the structure of individuality are considered. A number of scientific studies in aviation psychology are summarized on the problem of structural transformation of personality in the professional activities of a military pilot. It was concluded that the study of the mechanisms of the formation of the personality of a military pilot as an integral individuality, as well as the knowledge of the mechanisms of interaction, mediation and transformation of all levels of integral individuality and their properties gives us the opportunity to understand and control its development in more depth.

Keywords: individuality, integral individuality, personality, personality structure, military pilot, aviation, psychology.

Исследования личности как интегральной индивидуальности дают нам возможность более глубинного понимания человеческой индивидуальности, выражающегося в раскрытии её сущности и условий существования, в том числе выявления структурных уровней личности как субъекта деятельности. А именно, позволяют выявить, как низшие свойства индивида влияют на становление высших образований личности. И наоборот, как высшее влияет на низшее и управляет им или направляет его и т.д. В работах И.В. Боязитовой по интегративному исследованию развития структуры индивидуальности подчеркнуто, что разноуровневые свойства индивидуальности не рядоположены, а взаимосвязаны и образуют единую интегральную систему, а шире – интегративную психологию развития [1]. Уточним, что предметом исследования структуры интегральной индивидуальности являются внутри уровневые и межуровневые связи свойств личности. Внутриуровневые связи свойств характеризуют сущность определенного возраста, а межуровневые – показывают условия существования возрастной структуры индивидуальности на той или иной степени онтогенеза.

Многочисленные интегративные исследования ученых в области структуры личности как интегральной индивидуальности (Б.А. Вяткина, Л.Я. Дорфмана, Е.А. Климова, М.Р. Щукина, В.С. Мерлина, В.В. Белоуса, А.И. Щебетенко, Л.В. Мищенко, А.Т. Найманова, А.А. Осипова, Ф.М. Шидаковой, А.И. Щебетенко, И.В. Боязитовой, Ю.В. Павли-

ченко, С.М. Ветвицкой, Ф.О. Семеновой, И.К. Герюговой и др.) показывают, что диалектическое единство внутриуровневых и межуровневых связей выражает суть непрерывного жизненного цикла человека в целом.

Разработанная модель интегративной психологии развития в трудах Боязитовой И.В. рассматривается как самоорганизующаяся и саморегулируемая большая система «человек-общество», которая зависит от активности субъекта деятельности и ее структура детерминирована этим свойством. Более того, свойства объекта также детерминируют структуру интегративной психологии развития, если только они приоб ретают личностный смысл [1].

Рассматривая значимость стратегии интегративного исследования структуры индивидуальности, следует обозначить ряд его особенностей:

1. При интегративном подходе целое выше частей, оно не распадается на отдельные составляющие и существует как монолит.

2. Характеристика части зависит от целого и ею детерминируется.

3. Способом существования интегратизма является иерархия свойств, основанная на соподчинении частей целому, тогда как редукционизм не в состоянии создавать субординационную связь, где любые связи располагаются на одной плоскости и не выходят за ее пределы.

4. При редукционизме часть, включаясь в целое, не образуют нового качества, при интегратизме – это необходимое условие возникновения новых системных образований.

В авиационной психологии ряд научных исследований также посвящены проблеме структурного преобразования личности в профессиональной деятельности летчика. Выявлено, что успешность профессиональной летной деятельности определяется не только уровнем развития профессионально важных качеств летчика (ПВК), но и их структурно-иерархической организацией [2, 3, 4].

Так, в научных трудах П.К. Анохина, В.А. Бодрова, Ф.Д. Горбова, Н.Д. Заваловой, В.А. Пономаренко, Д.В. Гандера и многих других ученых в сфере военной авиации рассматривается проблема структурных взаимосвязей свойств личности военного летчика.

В.А. Завалова и В.А. Пономаренко отмечают, что только наличия ПВК не достаточно для профессиональной деятельности, что все качества, определенные как «положительные» профессионально важные качества должны иметь определенную структуру, и это является необходимым требованием для успешного выполнения профессиональной деятельности военного летчика [5].

П.К. Анохин отмечает, что в результате взаимодействия определенных компонентов в любой системе формируется новое системное качество, которое направлено на получение полезного результата. В систему «человек-машина-среда», в которой действует военный летчик, входят такие компоненты как разноуровневые свойства структуры индивидуальности – биологические, физиологические, типологические, психологические, личностные, социальные и т.д.

Исходя из определения индивидуальности человека, которое дает И.И. Резвицкий, можно предположить внутреннюю ее структуру. И.И. Резвицкий, изучая проблему индивидуальности в философской литературе, на основе диалектики единичного и общего, опираясь на учения Платона, Аристотеля, Демокрита, Лукреция, Посидония, Фомы Аквинского, Д. Скота, Р. Декарта, Д. Локко, Лейбница, Фихте, Гегеля, Фейербаха, К. Маркса и Ф. Энгельса, дает такое определение индивидуальности: «Индивидуальность – это интегральное понятие, выражающее особую форму бытия индивида, в рамках которой она обладает внутренней целостностью и относительной самостоятельностью, что дает возможность активно (творчески) и своеобразным способом проявлять себя в окружающем мире на основе раскрытия своих задатков и способностей и в соответствии с общественными потребностями. В качестве индивидуальности человек является автономным и неповторимым субъектом сознания и деятельности, способным к самоопределению, саморегулированию, самосовершенствованию в условиях общества [6].

В современной психологической литературе индивидуальность считается высшим синтезом, интегральным результатом жизненного пути человека, а интегральная

индивидуальность рассматривается как универсальный формально-содержательный регулятор человеческого поведения в целом. Целесообразно добавить, что интегральная индивидуальность, состоящая из базальных индивидуальных характеристик человека, может выступать в роли интегратора наук о человеке.

Так, в научных трудах Б.Г. Ананьева [7] отмечается интегрирующая роль понятия индивидуальности в исследовании человека и подчеркивается перспективность комплексного изучения человека на основе разработки теории индивидуальности. Автор акцентировал внимание на том, что единичный человек как индивидуальность может быть понята лишь в единстве и взаимосвязи его свойств как личности и субъекта деятельности, в структуре которых функционируют природные свойства индивида. То есть, индивидуальность может быть понята лишь при условии полного набора характеристик человека.

В изучении проблемы индивидуальности летчика для нас представляет интерес учение об интегральной индивидуальности, где на основе идей интегратизма, индивидуальность человека должна изучаться во взаимосвязи, взаимозависимости и взаимовлиянии всех компонентов индивида, т.е. теория интегральной индивидуальности, автором которой является В.С. Мерлин.

Опираясь на принципы общей теории систем Л. Берталанфи (1968), положения теории функциональных систем П.К. Анохина (1971), достижения комплексного познания человека Б.Г. Ананьевым (1969), на результаты исследований единомышленников В.В. Белоуса, А.И. Щebetенко, Б.А. Вяткина, Л.Я. Дорфмана, Е.А. Климова, М.Р. Щукина и др. В.С. Мерлин выдвинул и научно обосновал теорию интегральной индивидуальности (ИИ) [8].

Поскольку В.С. Мерлин понимал интегральную индивидуальность как синтез подсистем действительности, начиная от биохимических и кончая общественно-историческими (организм, индивид, личность, статус и т.д.), то рассматривал её по образцу большой саморегулируемой системы, состоящей из относительно замкнутых иерархических уровней – биохимического, общесоматического, нейродинамического, психодинамического, личностного и метаиндивидуального. Мерлин подчеркивал, что оптимизация различных видов деятельности человека наиболее успешна тогда, когда в качестве субъекта активности рассматривается вся интегральная индивидуальность, а не отдельные её уровни, когда должным образом учитывается много-многозначность разноуровневых связей индивидуальных свойств [8, с. 20].

Таким образом, интегральная индивидуальность – это особая форма бытия отдельного человека в обществе, в рамках которой он живет и действует как автономная, уникальная и неповторимая система, сохраняя свою целостность и тождественность самому себе в условиях непрерывных, внутренних и внешних изменений.

Выше в статье отмечалось, что в систему «человек-машина-среда», в которой действует военный летчик, входят такие компоненты как разноуровневые свойства структуры индивидуальности (биологические, физиологические, типологические, психологические, личностные, социальные и т.д.). Важно дополнить, что кроме этих компонентов в этой системе оказывают свое влияние свойства окружающей среды и средств деятельности, тем самым образуя взаимодействия довольно многочисленных разнородных компонентов и в итоге дающие новое системное качество в системе «человек-машина-среда». Вместе с тем необходимо добавить, что сложность и многообразие связей свойств личности и деятельности обусловлены особенностями структуры личностных черт конкретного индивида, психической регуляции его поведения, а также спецификой военной авиационной деятельности и ее психологических характеристик.

Более того, исследования в области военной авиационной психологии и анализ психологической литературы показали, что профессиональная пригодность к освоению лётной деятельности – это сложное комплексное, интегративное образование, представляющее динамическую структуру и включающее большое многообразие различных компонентов личности как интегральной индивидуальности. Степень сформированности этих компонентов и их единство должны являться критерием профессионализма летчика [9, 10, 11].

Таким образом, мы полагаем, что исследования интегральной индивидуальности военного летчика дают возможность более глубинного понимания его как личности и как субъекта профессиональной летной деятельности.

Опираясь на теорию В.С. Мерлина, мы можем утверждать, что развитие структуры личности пилота как интегральной индивидуальности связано с изменением и перестройкой связей как внутри уровней, так и между существующими свойствами различных иерархических уровней. Однако, для объяснения характера их изменений необходимо учитывать влияние целого, так как изменение связей происходит в целостной системе.

Выводы. На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что изучение механизмов становления личности военного летчика как интегральной индивидуальности, а также познание механизмов взаимодействия, опосредования и преобразования всех уровней интегральной индивидуальности и их свойств дает нам более глубинное ее понимание и возможность управления ее развитием.

Список литературы:

1. Боязитова И.В. Проблемы интегративной психологии развития : монография. – М.; Петригорск, 2004. – 332 с.
2. Пономаренко В.А. Психология человеческого фактора в опасной профессии. – Красноярск : Поликом, 2006. – 629 с.
3. Ворона А.А. Теория и практика психологического обеспечения летного труда / А.А. Ворона, Д.В. Гандер, В.А. Пономаренко. – М. : Военное издательство, 2003.
4. Гандер Д.В. Психологическое обеспечение подготовки военных летчиков / Д.В. Гандер // Военная мысль. – 2006,. – № 7. – С. 26–29.
5. Завалова Н.Д. Психология формирования специальных навыков действия в нестандартных ситуациях полета / Н.Д. Завалова, В.А. Пономаренко // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1978. – № 3. – С. 3–10.
6. Резвицкий И.И. Личность. Индивидуальность. Общество: Проблема индивидуализации и ее социально-философский смысл. – М., 1984. – 141 с.
7. Ананьев Б.Г. Психология и проблемы человекознания: избранные психологические труды. – М., Воронеж, 1996. – 540 с.
8. Мерлин В.С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. – М. : Педагогика, 1986.
9. Ветвицкая С.М. Интегративный подход в профессиональном психологическом отборе кандидатов на обучение военной летной профессии / С.М. Ветвицкая, Ф.В. Мальчинский // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Педагогика и психология». – 2021. – № 2(55). – С. 52–59.
10. Ветвицкая С.М. Исследование психологической готовности к выполнению первого самостоятельного полета курсантами – военными летчиками женского пола / С.М. Ветвицкая, Ф.В. Мальчинский // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Педагогика и психология». – 2022. – № 1(58). – С. 67–75.
11. Ветвицкая С.М. Интегральная индивидуальность и ее универсальные возможности в исследовании личности военного летчика / С.М. Ветвицкая, Ф.В. Мальчинский // Личность курсанта: психологические особенности бытия: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар : КВВАУЛ; Кубанский гос. ун-т. 2023. – С. 93–105.

УДК 159.9

ТРЕНИНГ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ
ЛИЧНОСТНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ
У ОБУЧАЮЩИХСЯ ЖЕНСКОГО ПОЛА



TRAINING AS A MEANS FOR FORMING PERSONALITY
PROFESSIONALLY IMPORTANT QUALITIES IN FEMALE STUDENTS

Додова Л.М.

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

Лукинова М.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке тренинговой программы и ее реализации в процессе проведения мероприятий профессионально-психологического сопровождения обучающихся летной профессии. Тренинг направлен на создание психолого-педагогических условий для успешной адаптации обучающихся женского пола к учебной и профессиональной деятельности, формирования у них коммуникативных компетенций и профессиональной направленности.

Ключевые слова: адаптация, личностные особенности, обучающиеся женского пола, профессиональная деятельность, профессионально важные качества, тренинг, учебно-профессиональная деятельность.

Dodova L.M.

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

Lukinova M.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article is devoted to the development of a training program and its implementation in the process of conducting professional and psychological support activities for students of the flying profession. The training is psycho-pedagogical conditions for the successful adaptation of female students to educational and professional activities, developing their communicative competence of a professional orientation.

Keywords: adaptation, personal characteristics, female students, professionally important qualities, training, professional activities.

В связи с масштабными изменениями социально-экономической ситуации в последние десятилетия место и роль женщин в социальных институтах радикально меняется в сторону расширения сфер их самореализации, что увеличивает приток женщин в типично мужские сферы профессиональной деятельности. Эта тенденция нашла свое отражение и в Вооруженных Силах Российской Федерации. В связи с изменениями в комплектовании Вооружённых Сил, несколько сотен воинских должностей разрешено замещать военнослужащими-женщинами.

Увеличивающееся число женщин, изъявляющих желание обучаться в образовательных учреждениях Министерства обороны, привело к ряду проблем, связанных с методологией профессионального психологического отбора и оценки профессиональной надежности обучающихся женского пола. Малоизученным остается вопрос и о совместимости особенностей личности женщин и условий профессиональной деятельности. Вместе с тем, очевидно, что существуют определенные различия адаптационных механизмов женщин и мужчин, обусловленные биологическим и социальным факторами. Так, женщины, проходящие военную службу по контракту, испытывают определенные затруднения в адаптации к новым для себя условиям, в том числе, к особенностям армейских взаимоотношений, где приоритетной задачей становится строгое соблюдение устава, четкое выполнение поставленных задач, соблюдение субординации, формирование и развитие таких личностных качеств, как смелость, решительность, целеустремленность, готовность к осознанному риску, настойчивость в достижении поставленных целей.

Подготовка обучающихся женского пола летной профессии ставит перед специалистами, осуществляющими психологическое и психофизиологическое сопровожде-

ние новые исследовательские вопросы, одним из которых является повышение адаптационных возможностей девушек к условиям военной образовательной среды.

Многолетний опыт обучения девушек в военных вузах позволяет сделать вывод, что традиционная военная образовательная деятельность организована в основном без учета гендерных особенностей обучающихся женского пола, что находит свое отражение, в том числе в ходе адаптационного периода [1, 3, 4, 9].

Термин «адаптация» происходит от позднелатинского «adaptation» (приспособление) и первоначально широко использовался в биологических науках для описания феномена и механизмов приспособительного поведения индивидов в животном мире, эволюции различных форм жизни [7, с. 14]. Изменения, сопровождающие адаптацию, затрагивают все уровни организма – от молекулярного уровня до психологической регуляции деятельности [8, с. 26].

Изучением адаптации занимались многие отечественные ученые. А.Н. Леонтьев рассматривал адаптацию через освоение ведущего вида деятельности человека в том или ином возрасте. А.В. Петровский в своей концепции персонализации раскрывает явление адаптации как этап самореализации личности, направленный на «присвоение индивидом социальных норм и ценностей» А.Н. Вазин, А.П. Сорокин, Г.В. Стрельникова указывают на влияние факторов среды и их значение в процессе адаптации.

Одним из общих подходов к рассмотрению феномена адаптации является понимание ее как процесса перестройки психофизиологических характеристик для того, чтобы индивид, под влиянием факторов внешней среды приспособившись к новым условиям существования и жизнедеятельности, сохранял необходимое функциональное состояние [7].

В монографии Ф.Б. Березина психическая адаптация человека рассматривается с позиции основных психофизиологических механизмов, как процесс установления оптимального соответствия личности и окружающей среды, позволяющий удовлетворить актуальные потребности и реализовывать связанные с ними значимые цели, в то же время, обеспечивая соответствие психической деятельности человека требованиям окружающей среды [2].

В контексте исследования личности как субъекта профессиональной деятельности и ее адаптации и регуляции поведения в новых, отличающихся специфичностью условиях, чаще всего употребляют понятие «адаптационный потенциал».

А.Г. Маклаковым предложено понятие «личностный адаптационный потенциал», определяющее устойчивость человека к экстремальным факторам. Личностный адаптационный потенциал, являясь интегративным феноменом, включает в себя совокупность «взаимосвязанных между собой психологических особенностей личности, определяющих эффективность адаптации и вероятность сохранения профессионального здоровья» [5], формирующихся под воздействие субъективных (внутренних) и объективных (внешних) условий. В работах А.Г. Маклакова выделены индивидуально-психологические признаки, являющиеся компонентами адаптационного потенциала, уровень развития которых определяет границы потенциала и вероятность успешной адаптации к факторам внешней среды. В их числе нервно-психическая устойчивость, самооценка личности, особенности построения контакта с окружающими, характеризующие уровень конфликтности личности; особенности социального общения; морально-нравственные качества, ориентация на существующие в обществе нормы и правила поведения и соблюдение требований коллектива [6]. Чем выше личностный потенциал, тем более гармонично взаимодействие человека с окружающим миром и, соответственно, тем больше возможностей для личностного и профессионального роста человека. Следует отметить, что адаптационный потенциал не является врожденным качеством и формируется в процессе учебной, а в последующем трудовой деятельности с учетом положительной мотивации.

Таким образом, адаптационный потенциал является некоторой интегрирующей характеристикой психических и социально-психологических свойств и качеств личности, посредством которых осуществляется адаптация личности к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Начало обучения в военном учебном заведении – один из наиболее сложных и ответственных моментов в жизни девушек, как в социально-психологическом, так и в

физиологическом плане. Это очень напряженный период, прежде всего потому, что обучение с первых же дней ставит перед ними целый ряд задач, не связанных непосредственно с их опытом, требующих максимальной мобилизации интеллектуальных и физических сил.

Помимо этого, военный вуз как образовательная организация имеет ряд характерных специфических особенностей, таких как:

- ограничение свободы, обусловленное достаточно жесткой регламентацией распорядка дня;
- необходимость ношения единой формы установленного образца;
- необходимость подчинения и соблюдения субординации;
- совмещение учебной деятельности с выполнением служебных обязанностей, что зачастую сопровождается неразрывной цепочкой смены деятельности: учебные занятия – несение службы в наряде, смена наряда – учебные занятия, дефицит времени на подготовку к занятиям;
- преобладание групповых видов деятельности.

В связи с чем, на первом году обучения у обучающихся женского пола возникает ряд трудностей, которые, как правило, обуславливаются их личностными особенностями, несоответствием представлений о реальных условиях проживания и воспитания; предъявляемыми высокими учебными и дисциплинарными требованиями. Усиливающиеся физические и интеллектуальные нагрузки приводят к эмоциональной сверхчувствительности, а совместное проживание в казарменных условиях фактически депривирует целостность суверенного пространства личности.

Новые условия жизни требуют изменения динамического стереотипа мышления и поведения. И чем быстрее девушка включится в разнообразные ситуации нового окружения, преобразует, переосмыслит для себя действительность, переживет свои личностные конфликты, будет готова к преодолению преград, тем быстрее и безболезненней пройдет процесс адаптации.

В качестве критериев успешной адаптации, на наш взгляд, лежат следующие умения и навыки:

- умение устанавливать конструктивное межличностное взаимодействие в воинском коллективе, в том числе с командирами и профессорско-преподавательским составом;
- умение принимать и соблюдать правила жизни училища;
- навыки эффективного общения и адекватного поведения в воинском коллективе;
- навыки совместной (коллективной) деятельности;
- навыки конструктивного решения конфликтных ситуаций;
- навыки адекватной оценки собственных возможностей и способностей.

Таким образом, адаптация к условиям образовательного учреждения представляет собой сложный процесс взаимодействия обучающегося и его окружения. В свою очередь, социальное окружение способствует реализации потребностей и стремлений личности, служит раскрытию и развитию индивидуальности военнослужащего.

Одним из приоритетных направлений психологического и психофизиологического сопровождения является проведение мероприятий по формированию и развитию профессионально важных качеств, в том числе в рамках групповой психологической работы.

Необходимость создания психолого-педагогических условий для успешной адаптации и дальнейшей профессиональной подготовки обучающихся женского пола обусловило целесообразность разработки программы, особое место в которой уделено формированию эмоциональной грамотности, навыков осознания требований командиров и преподавателей, навыков уверенного поведения, адекватной оценки собственных возможностей и способностей.

В ходе занятий у обучающихся формируются готовность к преодолению возможных трудностей учебной и профессиональной деятельности, навыки эффективного поведения в учебной и служебной деятельности, навыки конструктивного общения.

Разработанная программа представлена в виде логически завершенных блоков, которые могут быть реализованы как в совокупности тренинговой программы, так и в

качестве отдельных смысловых модулей в целях актуализации и развития того или иного компонента личностного потенциала участников. Элементы программы можно использовать как в групповой, так и в индивидуальной работе с обучающимися.

Модули программы разработаны с учетом типовых психологических проблем, возникающих у обучающихся на различных этапах профессиональной подготовки. Так, в I модуле основное внимание уделяется развитию групповой сплоченности и навыков совместной деятельности. II модуль направлен на развитие базовых коммуникативных умений, формирование активной позиции при организации эффективной коммуникации, расширение представлений о способах самоанализа в сфере общения. Основной задачей III модуля является формирование профессиональной направленности, осознание профессии как одной из составляющих жизненной цели.

Каждый модуль программы состоит из 4 занятий, продолжительностью 90 минут каждое. Общий объем групповой работы – 18 часов.

В целом, с момента реализации программы отмечается положительная динамика психологического климата в коллективе. У участников группы повысился уровень коммуникативных навыков, принятия себя и других в коллективе, также можно отметить снижение вербальной агрессии. В ходе проведения тренинга существенно снизилось психоэмоциональное напряжение. Участники группы получили знания о профессионально важных качествах необходимых специалистам летной профессии.

Список литературы:

1. Анашкина Е.В. Гендерный анализ процесса профессионального становления девушек-курсантов в военном вузе / Е.В. Анашкина; Отв. ред. С.Д. Некрасов // Личность курсанта: психологические особенности бытия: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (с иностранным участием). – Краснодар : ВУНЦ ВВС «ВВА»; Кубанский гос. Ун-т; Просвещение – Юг, 2013. – С. 227–233.
2. Березин Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека : монография. – Л. : Наука, 1988. – 270 с.
3. Даньков Е.А. Психофизиологические особенности профессиональной пригодности женщин к обучению в военных образовательных учреждениях МО РФ : дис. ... канд. мед. наук. – СПб. : ВМедА, 2010. – 152 с.
4. Лукинова М.Г. Особенности адаптационного потенциала курсантов летного вуза / М.Г. Лукинова; Под ред. С.Д. Некрасова // Человек. Сообщество. Управление: взгляд молодого исследователя: материалы XIV Всерос. науч. практ. конф. – Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2014. – С. 60–63.
5. Маклаков А.Г. Основы психологического обеспечения профессионального здоровья военнослужащих : автореф. дис. ... д-ра психол. наук. – СПб., 1996.
6. Маклаков А.Г. Личностный адаптационный потенциал: его мобилизация и прогнозирование в экстремальных условиях / А.Г. Маклаков // Психологический журнал. – 2001. – № 1. – Т. 22.
7. Реан А.А. Психология адаптации личности. Анализ. Теория. Практика / А.А. Реан. А.Р. Кудашев, А.А. Баранов. СПб. : ПРАЙМ-ЕВРО-ЗНАК, 2006. – 479 с. – С. 19.
8. Словарь военного авиационного психолога / Г.Т. Красильников, Э.А. Крачко, Ф.В. Мальчинский, В.И. Медведев. – Краснодар : Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза Серова, 2020. – 513 с.
9. Снимщикова Э.В. Возможности использования аппаратно-программных средств в психофизиологическом сопровождении курсантов девушек / Э.В. Снимщикова, М.Г. Лукинова; Под ред. академика РАО В.А. Пономаренко // Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы авиационно-космической медицины и авиационной психологии. Состояние и перспективы развития». – М. : Издательство «Перо», 2020. – 304 с. – С. 191–200.

УДК 378.147

**К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ВОЕННЫХ ВУЗОВ**



**ON THE ISSUE OF FORMING PROFESSIONAL COMPETENCE
OF MILITARY UNIVERSITY GRADUATES**

Таскин С.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

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. Формирование профессиональной компетентности представляет собой сложный процесс, состоящий из целого ряда этапов, каждый из которых состоит, в свою очередь, из отдельных ступеней. Социальные требования к возрастанию профессионализма с особой остротой ставят проблему профессиональной компетентности специалиста, которая оценивается уровнем сформированности профессиональных знаний, умений и навыков. Согласно положениям компетентностного подхода, в ходе профессионального обучения на всех этапах важно через решение учебных и профессиональных задач развивать способности курсанта, потребности в самореализации, в творческом обогащении своего опыта. Системные знания, умения, будучи осмыслены, составляют методологическую и методическую основу переноса их курсантами из учебных ситуаций в разнообразные профессиональные.

Ключевые слова: образование, компетентностный подход, профессиограмма, профессиональные компетенции, военное образование.

Taskin S.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kulikova T.A.

PhD in Sciences in Chemistry,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
takulikova@list.ru

Kulikov M.V.

PhD in Sciences in Technology,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
mvkulikov@list.ru

Chabrov S.E.

PhD in Sciences in Technology,
Krasnodar Higher Military Flight School
chaevs@yandex.ru

Abstract. The formation of professional competence is a complex process consisting of a number of stages, each of which, in turn, consists of separate steps. Social requirements for increasing professionalism pose with particular urgency the problem of a specialist's professional competence, which is assessed by the level of development of professional knowledge, skills and abilities. According to the provisions of the competency-based approach, during professional training at all stages it is important to develop the cadet's abilities, the need for self-realization, and the creative enrichment of his experience through solving educational and professional tasks. Systemic knowledge and skills, when comprehended, form the methodological and methodological basis for transferring them by cadets from educational situations to a variety of professional ones.

Keywords: education, competency-based approach, profессиogram, professional competencies, military education.

Необходимым условием достижения социально-экономических целей обновления российского общества и государства, укрепления их безопасности является подготовка компетентных кадров в военных вузах, готовых творчески и качественно решать профессиональные задачи, умеющих создавать, применять и корректировать систему своей профессиональной деятельности.

Формирование профессиональной компетентности представляет собой сложный процесс, состоящий из целого ряда этапов, каждый из которых состоит, в свою очередь, из отдельных ступеней. Поэтому становление профессионала происходит как процесс последовательного восхождения его от одной ступени к другой. Несмотря на то, что формирование профессионализма имеет общие основы для всех видов человеческой деятельности, в каждой конкретной профессии есть свои особенности. Учет этих особенностей при формировании профессионально важных качеств выпускников военных вузов происходит на основе профессиограммы, раскрываемой в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС).

На основе профессиограммы строится процесс педагогически управляемой профессионализации и социализации, в теоретико-методологическую основу которого входят положения теории профессиональной социализации личности. Данные процессы должны происходить неразрывно, и способствовать формированию профессиональных знаний, умений и навыков, профессиональных компетенций, профессионально важных качеств, профессиональных способностей, профессионального мышления, профессионального сознания, профессиональной этики, профессионального творчества, то есть всего того, что является составляющими профессионализма. Профессионально важные качества представляют собой качества человека, влияющие на эффективность осуществления его труда. С одной стороны, они являются предпосылкой профессиональной деятельности, а с другой, совершенствуясь, шлифуясь в ходе этой деятельности, становятся ее новообразованием.

В качестве основы профессионально важных качеств выступают психические процессы (мыслительные, сенсорные, речевые, мнемонические), психические состояния, а также мотивы, отношения (к службе, к другим людям). Профессиональные функции, содержание деятельности специалиста детерминируют его профессионально важные качества, ключевые квалификации и ключевые компетенции.

Социальные требования к возрастанию профессионализма с особой остротой ставят проблему профессиональной компетентности специалиста, которая оценивается уровнем сформированности профессиональных знаний, умений и навыков – показателем конкретным и диагностируемым критериями (результативность, умение обосновывать принимаемые решения, умение проектировать и т.д.).

Профессиональную компетентность в общем виде можно определить как интегративное качество личности специалиста, включающее систему знаний, умений и навыков, обобщенных способов решения типовых задач, зависящее от различных свойств этой личности. Основным источником формирования профессиональной компетентности являются обучение и субъективный опыт личности на основе постоянного стремления к совершенствованию, к приобретению новых знаний и умений, обогащения деятельности, готовности к постоянному повышению своей квалификации.

Квалификацию определяют как совокупность социальных и профессионально-квалификационных требований, предъявляемых к социальным и профессиональным способностям человека.

Ключевые квалификации представляют собой сложное интегративное образование, представляющее собой сочетание и взаимообусловленность профессионально значимых знаний, умений, навыков, свойств и качеств. Они определяют профессионализм специалистов, инновационный характер их деятельности.

Формируя и развивая на каждом этапе профессионального обучения профессиональные качества будущего военного специалиста, важно стимулировать мотивационную сферу (ценностные ориентации профессии, смысл профессии, мотивы, цели, эмоции, установку на адаптацию, определяющие направленность личности) и затем, на их основе – операциональную сферу (профессиональные знания, профессиональные способности, профессиональные действия, профессиональное мышление, профессиональные технологии).

Важным средством формирования профессиональной компетентности курсантов являются стратегии:

а) развития нужных профессионально значимых качеств, доведения их до желаемого уровня;

- б) обучения алгоритму профессиональных действий;
- в) обучения широкому спектру профессиональных действий с возможностью их варьирования с учетом принципа индивидуализации;
- г) коррекции – перестраивания неправильно сложившихся специальных умений и качеств будущего специалиста.

Согласно положениям компетентностного подхода, в ходе профессионального обучения на всех этапах важно через решение учебных и профессиональных задач развивать способности курсанта, потребности в самореализации, в творческом обогащении своего опыта. Формирование профессиональной компетентности в личностном плане осуществляется в трех направлениях:

1) изменение всей системы деятельности, ее функций (в ходе выработки соответствующих профессиональных навыков происходит движение личности по ступеням профессионализма, развивается специфическая система способов выполнения деятельности, формируется личностный стиль деятельности);

2) изменение субъекта будущей профессиональной деятельности, проявляющееся в формировании элементов профессионального самосознания, и становление профессионального мировоззрения;

3) изменение соответствующих компонентов установки субъекта по отношению к объекту деятельности (это проявляется в когнитивной сфере – в уровне информированности об объекте, степени осознанности его значимости; в эмоциональной сфере – в интересе к объекту, в склонности к взаимодействию с ним и удовлетворенности от этого; в практической сфере – в осознании своих реальных возможностей влияния па объект).

Человек становится профессионалом не сразу, а проходит на этом пути ряд этапов становления:

1) адаптации к профессии (первичное усвоение человеком норм, необходимых приемов, техник, технологий профессии);

2) самоактуализации в профессии (осознание человеком своих индивидуальных возможностей выполнения профессиональной деятельности и ее норм, осознанное усиление своих позитивных качеств, сглаживание негативных);

3) свободного владения профессией, проявляющийся в форме компетентности и мастерства.

Оптимизация профессиональной подготовки специалистов должна исходить из построения модели высших уровней профессиональной деятельности, которые следует использовать в качестве целей – эталонов (нормативных целей) для оценки качества образования. При построении таких моделей можно идти двумя путями: от профессии и от личности. В настоящее время предпочтительным является второй путь, в котором определяется набор основных профессионально значимых свойств специалиста на основе требований, предъявляемых будущей профессией. В отличие от профессиографических моделей персонологические модели основываются на общепсихологических представлениях о личности, при этом имеется в виду ее многокомпонентная структура. Степень соответствия реально сформированной системы профессионально важных качеств личности эталонным моделям может быть интерпретирована как мера психологической подготовленности или уровень профессионального мастерства в конкретной деятельности.

При персонологическом принципе построения моделей специалиста профессиональное мастерство или профессионализм выступают как сформированная в процессе обучения и опыта целостная структура различных генотипических свойств личности, специфичность которой и определяет успешность человека в конкретном виде профессиональной деятельности [1]. Персонологический подход используется наиболее активно в изучении профессионально-педагогической деятельности, для других видов профессиональной деятельности данное направление еще только начинает развиваться. Актуальными и малоизученными являются вопросы влияния учебной деятельности на процесс профессионального развития личности курсанта и формирование его профессионально значимых свойств в процессе профессиональной подготовки.

Достижение целей формирования личности профессионала в военном вузе требует организации такого обучения, которое обеспечивает переход, трансформацию познавательной деятельности в профессиональную с соответствующей сменой потреб-

ностей, мотивов, целей, действий, средств, предметов и результатов. Для этого необходимо в ходе проектирования технологии обучения разрешить ряд противоречий:

- между системным использованием знаний в регуляции профессиональной деятельности и предметным, дискретным характером их усвоения в ходе изучения разных, в том числе специальных, учебных дисциплин;

- между вовлеченностью в процессы профессионального труда всей личности специалиста на уровне творческого мышления, социальной активности и опорой в традиционном обучении, прежде всего, на процессы внимания, памяти, восприятия, движения;

- между «ответной» позицией курсанта, в которую ее ставит традиция обучения, и принципиально инициативной в предметном и социальном смысле позицией специалиста в труде;

- между формами организации учебной деятельности курсанта и формами профессиональной деятельности специалиста.

Учитывая тот факт, что наиболее заметное воздействие на профессиональное развитие личности курсанта происходит преимущественно на начальном этапе профессиональной подготовки, необходимы:

- создание системы дисциплин, помогающих курсанту-первокурснику адаптироваться к условиям обучения в военном вузе, а курсантам старших курсов эффективно решать учебно-профессиональные задачи без значительного психологического напряжения;

- разработка и внедрение системы мониторинга уровня профессионального становления курсанта, а также его оперативной коррекции.

Неотъемлемыми атрибутами профессионального развития являются:

- системность;

- профессиональная направленность;

- интегративность систем общеобразовательных, общетехнических и профессиональных знаний, умений, навыков;

- универсальность структурных компонентов интегрированного содержания дидактических систем;

- индивидуализация как процесс развития целостности, как возможность самореализации личности.

Для творческой самореализации личности необходимы соответствующие технологии обучения, в которых все содержание вузовского курса курсант должен как бы «пропустить» через себя и на основе активной рефлексии трансформировать в профессиональную компетентность и профессионально важные свойства. Курсант становится профессионалом по мере того, как он осваивает, развивает профессиональную деятельность, овладевает профессиональным капиталом, признавая профессиональные ценности. Это все и составляет компоненты профессиональной культуры. Сегодня требованием общества к специалистам является не профессионализм, а профессиональная культура.

Профессионализм понимается как показатель качества профессионала, которое определяется степенью (уровнем) владения им содержанием труда и средствами решения профессиональных задач. Под культурой чаще всего понимают совокупность достижений человечества в производственном, общественном и умственном отношении. В русском языке понятие культура – это высокий уровень чего-либо, высокое развитие, умение.

Подготовка специалиста или его образование состоит из трех слоев: образованности, гражданственности и профессионального потенциала. Совокупность этих трех слоев объединяется в более широкое понятие «культура». Культура формируется за счет обучения и воспитания, но не любого, а систематического и целенаправленного. Формирование культуры специалиста-профессионала может быть осуществлено покомпонентно на каждой изучаемой дисциплине, каждая из которых вносит свой вклад в развитие личностных свойств курсанта.

Профессиональная культура выполняет функции регулирования, сохранения, воспроизведения и развития профессиональной деятельности, если в основе ее находится соответствующая философия или идеология.

Процесс присвоения курсантом выработанных профессиональных ценностей происходит на личностно-творческом уровне. Оценивая ценности профессиональной культуры, личность способна преобразовывать, интерпретировать их, что определяется как личностными особенностями курсанта, так и характером его познавательной и практической деятельности. Она является сферой творческого приложения и реализации всех способностей курсанта.

Таким образом, можно отметить, что профессиональная культура – это более высокий уровень профессионализма, достигнутый через философское осмысление профессии, это мера и способ творческой самореализации специалиста в разнообразных видах профессиональной деятельности и общении, направленных на освоение, передачу и создание профессиональных ценностей и новых технологий. Следовательно, профессиональная культура является одним из важных показателей качества учебного процесса в военном вузе.

Выпускник военного вуза – носитель высшего образования, соединяет в себе все его грани: образованность, общую и профессиональную культуру, профессионализм. Соответственно, в требованиях федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования все эти грани должны найти точное отражение. Эти требования, прежде чем они будут определены как показатели качества, должны быть унифицированы для различных по характеру и направленности компонентов профессиональной культуры.

Совокупность требований к профессиональной культуре должна и может быть единообразно представлена в структуре федеральных государственных образовательных стандартов. Эти требования должны быть выражены через такие характеристики, которые могут рассматриваться как «сквозные» на протяжении всего времени подготовки специалиста и которые могут быть измерены и соответственно интерпретированы. В качестве таких основополагающих характеристик для общей культуры может быть предложена следующая совокупность:

- понимание мира, осмысление;
- знание мира и себя в нем;
- умение;
- творческое преобразование или творение;
- готовность человека к дальнейшему развитию.

В терминах этих характеристик возможно на основе единичного, конкретного, а затем теоретического обобщенного знания конкретной предметной области и субъективного внутреннего мира «Я» добиться понимания курсантом значения и смысла этого знания для будущей профессиональной деятельности.

На основе формирования соответствующей картины мира и системы отношений, принятия их, придания им личностного смысла у курсанта формируется умение (способность) вести себя в соответствии с этими знаниями и пониманием в разных сферах профессиональной деятельности и самых разнообразных ситуациях.

Системные знания, умения, будучи осмыслены, составляют методологическую и методическую основу переноса их из учебных ситуаций в разнообразные профессиональные. Курсант проявляет не только умение выделить профессиональную ситуацию из многообразия других, но и применять освоенные средства и методы профессиональной деятельности, то есть применять знания и умения в нестандартных ситуациях, а значит трансформировать, конструировать и творить новое. Саморегулируя характер взаимодействия с окружающей предметной и социальной средой на базе рефлексивных умений, такой курсант будет готов к саморазвитию и самосовершенствованию, чтобы знания и умения стали системными, чтобы трансформировалась методологическая и методическая основа профессиональной деятельности, чтобы в результате этого появилась готовность к дальнейшему развитию. Должны быть решены задачи модельного представления, проектирования и конструирования такого учебного процесса, в котором реализуются требования профессиональной культуры, и в ходе которого у курсанта закладываются, развиваются и проявляются важнейшие профессиональные способности, продуктивное воображение, элементы рефлексии и т.д.

Таким образом, постановка цели – формирование профессиональной культуры – приводит к необходимости решения большого круга новых задач, следовательно, профессиональная культура становится целезадатчиком проектирования дидактических систем.

Список литературы:

1. Слостёнин В.А. Педагогика : учеб. пособие / В.А. Слостёнин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 576 с.
2. Теоретические аспекты формирования готовности инженера к профессиональной деятельности / Л.И. Гурье, Л.В. Редин, Н.С. Сагитова [и др.]. – Казань : РИЦ «Школа», 2007. – 168 с.
3. Куликова Т.А. К вопросу о применении семи инструментов контроля качества в высших военных учебных заведениях / Т.А. Куликова, М.В. Куликов, Д.В. Данилин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 06(130). – С. 300–309.
4. Голкина В.А. Реализация принципов TQM в целях обеспечения качества подготовки специалистов в региональных многопрофильных университетах / В.А. Голкина, Т.А. Куликова, М.В. Куликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 01(125). – С. 186–195.
5. Пути повышения мотивации военнослужащих. Современное состояние кадрового резерва вооруженных сил / Н.С. Самойлов, И.В. Полетаев, Т.А. Куликова, М.В. Куликов // В сборнике: Актуальные вопросы развития авиационной военной науки и практики. XIII Международная научно-практическая конференция военно-научного общества, посвященная 62-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2023. – С. 56–60.
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-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2022. – С. 99–102.
7. Что следует понимать под инновационными методами обучения? / О.Л. Филиппчук, Т.А. Куликова, М.В. Куликов; МО РФ, КВВАУЛ // Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – С. 179–182.
8. Куликова Т.А. Стандартизация в Российской Федерации. Законы и порядок / Т.А. Куликова, М.В. Куликов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – № 04(128). – С. 354–363.
9. Стандартизация обучения в современных условиях развития / О.Л. Филиппчук, Т.А. Куликова, М.В. Куликов; МО РФ, КВВАУЛ // Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – С. 182–186.

УДК 378.1

**РАЗВИТИЕ ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННЫХ ЦЕННОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ
В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕННОСТНО-ПРАВСТВЕННОЙ СФЕРЫ
БУДУЩИХ ЛЕТЧИКОВ**



**THE DEVELOPMENT OF SPIRITUAL AND MORAL VALUES
OF THE INDIVIDUAL IN THE CONTEXT OF THE FORMATION
OF THE VALUE AND MORAL SPHERE OF FUTURE PILOTS**

Духанин М.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В своей статье авторы рассматривают развитие духовно-нравственных ценностей личности в контексте формирования ценностно-нравственной сферы будущих летчиков. Ценность является одним из базисных оснований для выявления сущностно-содержательного определения духовности. Именно ценностная составляющая духовности, её аксиологический статус является тем стержнем, тем системообразующим элементом, через который духовность как феномен, присущий лишь человеческому сознанию, открывается во всей своей полноте и всеобъемлемости, который оказывает влияние на формирование ценностно-нравственной сферы будущих летчиков.

Ключевые слова: духовно-нравственные ценности, личность, ценностно-нравственная сфера, духовность, нравственность, уровень самосознания, образование.

Dukhanin M.M.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. In their article, the authors consider the development of spiritual and moral values of a person in the context of the formation of the value and moral sphere of future pilots. Value is one of the basic grounds for identifying the essential and meaningful definition of spirituality. It is the value component of spirituality, its axiological status, that is the core, the system-forming element through which spirituality, as a phenomenon inherent only in human consciousness, opens up in its entirety and comprehensiveness, which influences the formation of the value-moral sphere of future pilots.

Keywords: spiritual and moral values, personality, value and moral sphere, spirituality, morality, level of self-awareness, education.

Духовность и нравственность сильно связаны между собой. Духовность определяет ценности и цели личности, а нравственность представляет собой набор принципов поведения в обществе. Вместе они составляют основу личности, где духовность является вектором ее движения и основой нравственности. В сочетании они составляют основу личности, где духовность – вектор ее движения (самовоспитания, самообразования, саморазвития), она является основой нравственности.

Духовность, согласно Л.М. Собчик, это выражение самосознания человека и эмоционального отношения к окружающей жизни. Она включает в себя информацию о мире и способность рассматривать себя в контексте вселенной. Развивать духовность помогает воспитание и воздействие окружающей среды, а также развитие чувств. При этом человек выступает ... в роли субъекта деятельности» [1]. Л.М. Собчик пишет, что для развития духовности «необходимо влияние окружающей среды и то воспитание чувств, которое нельзя заменить образованием. Однако ...более благодатной почвой для спонтанно проявляющейся тяги к духовному развитию является интровертный, тревожный и сензитивный типы личности. При этом мотивы их деятельности отличаются гуманистической направленностью».

Нравственность, согласно митрополиту Филарету, определяется нравственным законом, который чувствуется в глубине сознания человека. Этот закон называется совестью и является основой общечеловеческой нравственности [2]. «Базовое понимание духовности существует в православии, где духовность человека тесно связана с его нравственностью» [3]. Как же различать нравственно доброе от нравственно дурного? – спрашивает известный православный нравоучитель митрополит Филарет (Вознесенский). – Различие это совершается по данному нам, людям, от Бога особому нравственному закону. Эта совесть и есть основа общечеловеческой нравственности» [4].

В психологическом смысле в понимании сути духовного представления потребностно-информационного подхода (П.В. Симонов, П.М. Ерзов, Ю.П. Вяземский) убеждены, что поскольку первопричиной и движущими силами человеческого поведения

являются потребности, то «духовность» и «душевность» связаны с индивидуальной выраженностью в структуре личности двух фундаментальных оснований – идеальной потребностью познания и социальной потребностью жить для других [5].

Духовность и нравственность имеют большое значение для развития и саморазвития личности. Они помогают определить цели и ценности жизни, влияют на принятие решений и поведение в обществе. Духовный рост и развитие способствуют формированию и обогащению нравственных принципов и качеств личности [6]. Духовность основывается на широте взглядов, эрудиции, культуре, общем развитии личности.

Исследование Е.В. Шестуна в рамках православной традиции раскрывает связь между понятиями «духовность» и «нравственность» с точки зрения энергетике. Энергетический подход объясняет источники формирования духовно-нравственной личности, придавая особое значение православной традиции [7].

В.И. Слободжиков и Е.И. Исаев также объединяют понятия духовности и нравственности. Они утверждают, что духовность в основном связана с нравственными ценностями, с возможностью руководствоваться высшими социальными и общественными ценностями, а также следовать идеалам истины, добра и красоты. Духовная жизнь человека всегда направлена на связь с другими людьми и обществом. Человек может считаться духовным в той мере, в которой он действует, исходя из высших нравственных ценностей общества [8].

Архимандрит Платон (Игумнов) отмечает, что нравственность является руководителем на пути жизни. Нравственный закон, нравственное чувство и нравственное сознание являются верными ориентирами при выборе пути. Сознание констатирует возникшее побуждение, анализирует и оценивает ситуацию. Перед фактом возникшего мотива, представляющего новую ценность, выступает сознание [9]. Архимандрит Платон более подробно объясняет суть этих ориентиров.

Реальность естественного нравственного закона, обретаемого во всех людях, признается богословием Православной Церкви. Благодаря естественному нравственному закону признаются фундаментальными правила нравственной жизни человека и общества. Православие признает, что этот закон дан Богом, и является достоянием всех людей, он ориентирует каждого человека в выборе добра. «Однако как бы мы высоко не ставили естественный нравственный закон, – пишет архимандрит Платон, – мы должны признать, что он указывает на самый элементарный и обязательный для всех людей уровень нравственности» [10].

В работах Б.С. Братуся представлена ценностно-смысловая концепция личности, согласно которой сущность человека определяется через призму отношения к другому человеку как к самоценности, к существу, олицетворяющему собой бесконечные потенции человеческого рода. Духовность, согласно автору, относится к родовым определениям человеческого способа жизни, выступает во всем своем богатстве и многообразии в качестве субъективного бытия, особого рода реальности [11].

Психологическим основанием духовности является «специфические функции смысловых образований как основных конституирующих единиц сознания личности» ориентация на смыслы. Духовное начало человека связано с общественным и творчески-созидательным характером его жизнедеятельности, с включенностью человека в мир культуры (Б.С. Братусь, В. Франкл, Л. Колберг, А. Маслоу, М.Рокич).

В психологическом плане духовности характеризуется понятиями разума и мышления, миром человеческих идей и созерцаний, такими эмоционально-волевыми свойствами и состояниями, как доброта, любовь, раскаяние, смирение. С общественной точки зрения она представляет собой идеальный комплекс норм, которые выступают по отношению к субъекту и обществу не как данности, а как заданность и непреложный императив.

Определяя роли духовности в развитии личности, Б.С. Братусь указывает, что она придает смысл жизни человека - в ней он черпает ответы на волнующие его экзистенциальные проблемы: о смысле жизни, о критериях добра и зла, истины и заблуждения, красивого и безобразного.

Она открывает человеку доступ к любви, совести, чувству долга, к правосознанию и государственности, к искусству, науке и религии, указывает человеку, что является для него главным и наиболее ценным, дает ему то, ради чего стоит жить [12]. Духовность субъекта или «индивидуальный дух» представляет собой ответственное приня-

тие и следование высшим образцам совокупной человеческой культуры: переживание нравственных норм общежития как внутреннего «категорического императива», усвоение высших ценностей родового бытия человека как своих собственных.

Рассматривая духовность в православии, мы не можем обойти такое понятие как «вера». По этому нам очень близки рассуждения Н.В. Мариясовой [13]. Автор отмечает: «Вера – несомненный психологический факт, предпосылка осуществления, необходимая поддержка, условие любой сложноорганизованной человеческой активности, ... любое задуманное человеком действие осуществляется с верой в успех.

Человеку необходимо наличие целостного образа будущего, который поддерживается и живет в нем, с которым у него эмоциональная, теплая связь, в который (и иного слова не подобрать) он верит, часто несмотря на колебания, ослабление воли или разумные доводы, призывающие повременить или вовсе прекратить деятельность. Веру поэтому нельзя заполучить извне, нельзя передать наставлением или примером. Она тесно связана со смыслообразованием. «И если смыслы деятельности порождаются отношением мотива к цели, то смыслы жизни порождаются живым образом будущего, освещающим и животворящим настоящее или отношением образа веры к наличному состоянию человека. Очень похоже и с верой религиозной. В основе ее также восстановление в себе путеводного Образа, никогда не могущего бытия конца доказанным, «...смысл зависит от веры, и потеря ее способна обесмысливать бытие» [4].

Механизмом, усилием веры поддерживается и эмоционально притягивается, прилепляется к сердцу, запечатлевается образ, существование и осуществление которого лишь, возможно, вероятно, но который через свой наглядно-чувственный представленность сознанию нереализованное в действительности делает субъективно реальным, осязаемым, недостижимое, видимо, достижимым, будущее – настоящим, по жизни сопутствующим, греющим и ведущим. Вера при этом имеет, конечно, внешне, отмечаемые другими признаки ее присутствия в человеке, но ее бытие, наличие, очевидность – внутри.

В отечественной психологии нравственность традиционно характеризуется как активность и направленность личности, как совокупность устойчивых, общественно-значимых мотивов, как сознательная, целенаправленная регуляция поведения в ситуациях нравственного выбора (Л.И. Божович, А.А. Бодалев, Б.С. Братусь, А.К. Дусавицкий, В.В. Знаков, А.Н. Леонтиев, К.К. Платонов, С.Л. Рубинштейн, Д.И. Фельдштейн и др.).

Правила и нормы становятся реальным регулятором поведения человека лишь в том случае, если он признает их ценность, то есть наличие (или отсутствие) у личности ориентации на нормы поведения как на ценность, по существу, нравственную зрелость (или незрелость) личности. В.И. Чудновский замечает: «Нравственная устойчивость личности означает способность человека сохранять и реализовывать в различных условиях личностные позиции, обладать определенным иммунитетом к воздействиям, противоречащим его личностным установкам, взглядам и убеждениям» [5]. При такой трактовке понятия «нравственная устойчивость личности» и «устойчивость личности» совпадают, т.к. суть личностной позиции составляет ее нравственная основа, доминирующие нравственные принципы и установки. В.В. Знаков отмечает, что в большинстве этических учений нравственность отождествляют с моралью: «Нравственность – понятие, являющееся синонимом морали (русский вариант латинского термина «морали» происходит от слова «нрав»). Вместе с тем для многих исследователей очевидно, что нужно различать мораль как форму общественного сознания (систему норм, требований к правилам поведения в межличностных отношениях, предъявляемых человеку обществом) и нравственности как характеристику психологической структуры личности (отвергающей или принимающей эти требования, осознающей их необходимости и испытывающей внутреннюю потребности в исполнении моральных норм, следования им) [6]. Автор справедливо подчеркивает, что нравственные представления и поведение людей могут расходиться. С этической точки зрения, некоторые поступки (обман, безответственность, беспринципность) являются моральными. Субъект может нарушать моральные нормы, не понимая, в чем состоит его моральный долг перед людьми, при этом часто подыскивая убедительные, по его мнению, психологические оправдания своего поступка. Такой моральный поступок, как утверждает В.В. Знаков, неправомочно считать нравственным; о последнем может идти речь только в том случае, если человек осознает вину и раскаивается за содеянное им.

В рамках гуманистической теории личности К. Роджерс и А. Маслоу замечает, что человек от природы нравственен, антиморальное возможно только оттого, что у человека возникает разлад между «реальным Я» и «идеальным Я», когда высшие потребности блокируются и ограничиваются низшими. То есть, конфликт потребностей, между нравственным сознанием личности, и невозможностью удовлетворять низшие (физические) потребности, исповедуя данную систему нравственных принципов.

Психологическим регулятором поиска смысла нравственных проблем у человека является совесть или «вторичная рефлексия» – фундаментальное качество нравственного самосознания личности. Она характеризует способности человека самостоятельно формулировать нравственные обязанности, требовать от себя их выполнения, давать оценку своим поступкам. «Поэтому, самосознание в нравственном аспекте – это не сознание собственной значимости, а сознание собственной ответственности. Для него более характерно состояние вины, чем состояние довольства, удовлетворенности» [10].

С позиций ценностного измерения духовности трактуется как обращенность человека к высшим духовным ценностям, имеющим общечеловеческую основу, а образ бытия духовности определяется как совокупность конкретных норм и ценностей, которые составляют смысл жизни, как отдельного человека, так и человечества в целом, связывая поколения в культурном и историческом пространстве (В.П. Зинченко).

Понятие «ценность», ее иерархия особенно значимо для анализа духовности. «Духовность ценностно наполнена и имеет ценностное измерение. Именно ценность в их смысловой содержательности и общечеловеческой значимости характеризуют ее реальное содержание.

Духовность – категория, интегрирующая все аспекты субъективной жизни человека вокруг единого центра – ценности» [11]. Известный отечественный психолог С.Л. Рубинштейн подчеркивал: «В деятельности человека по удовлетворению непосредственных общественных потребностей выступает общественная шкала ценностей. В удовлетворении личных и индивидуальных потребностей через посредство общественно полезной деятельности реализуется отношение индивида к обществу и соответственно соотношение личного и общественно значимого. Наличие ценностей есть выражение не безразличия человека по отношению к миру, возникающего из значимости различных сторон, аспектов мира для человека, для его жизни» [12].

Духовность на уровне индивидуального бытия в тех или иных формах включает в себе ценностный элемент как свое необходимое дополнение. Проблема ценностей как составляющих духовность стала предметом изучения в работах Л.М. Архангельского, С.Н. Булгакова, А.Г. Здравомыслова и др. Духовность, с точки зрения ученых, служит показателем существования определенной иерархии ценностей, целей и смыслов, в ней выражен высший уровень освоения мира человеком. Человек духовен в той мере, в какой он действует согласно высшим, нравственным ценностям человеческого сообщества, способен поступать в соответствии с ними.

Проблема формирования ценностных ориентаций личности связана с общей проблемой социализации личности как процессом передачи обществом и освоения личностью социального опыта человечества.

Ценностные ориентации, являясь одним из центральных личностных образований, выражают сознательное отношение человека к действительности и оказывают существенное влияние на все стороны его деятельности (Б.Г. Ананьев, А.Н. Леонтьев, М. Рокич, Ш. Шварц, В.А. Ядов).

М. Рокич разделял ценностные ориентации на две основные группы: ценности – цели (терминальные ценности), ценности – средства (инструментальные ценности).

Важнейшими являются терминальные ценности – это основные цели человека, они отражают долговременную жизненную перспективу. Терминальные ценности как бы определяют смысл жизни человека, указывают, что для него важно и лично значимо. Именно терминальные ценности соотносятся смыслообразующими мотивами (А.Н. Леонтьев). Смыслообразование осуществляется личностью посредством иерархизированной структуры направленности человека, которая соотносится внутри себя, а также с различными внешними явлениями. С точки зрения ценностного подхода к изучению особенностей формирования сознания личности все явления действительности (включая и поступки людей) могут быть представлены в виде набора ценностей, выра-

жающего субъективную оценку индивидом этих явлений с позиции их необходимости при удовлетворении его потребностей и интересов [13].

Ценностные ориентации личности как ядро ее ценностного сознания определяют общую направленность интересов личности, иерархий индивидуальных предпочтений, целевую и мотивационную программы, уровень притязаний и престижных предпочтений, селекционные критерии значимости.

Ценностные характеристики относятся как к отдельным событиям, явлениям жизни, культуре и обществу в целом, так и к субъекту, осуществляющему различные виды творческой деятельности. В процессе творчества создаются новые ценные предметы блага, а также раскрывается и развивается творческий потенциал личности. Следовательно, именно творчество создает культуру и гуманизирует мир. Гуманизирующая роль творчества определяется еще и тем, что его продукт никогда не бывает реализацией только одной ценности. В силу того, что творчество есть открытие или созидание новых, неизвестных ранее ценностей, оно, создавая даже «одноценностный» предмет, вместе с тем обогащает и человека, раскрывает в нем новые способности, приобщает его к миру ценностей и включает в сложную иерархию этого мира.

Таким образом, из выше изложенного следует, что ценность является одним из базисных оснований для выявления сущностно-содержательного определения духовности. Именно ценностная составляющая духовности, её аксиологический статус является тем стержнем, тем системообразующим элементом, через который духовность как феномен, присущий лишь человеческому сознанию, открывается во всей своей полноте и всеобъемлемости, который оказывает влияние на формирование ценностно-нравственной сферы будущих летчиков.

Список литературы:

1. Собчик Л.М. Психология индивидуальности. Теория и практика психодиагностики. – СПб., 2003.
2. Современная философия: Словари и хрестоматия. – Ростов-н/Д. : Феникс, 1995. – С. 142–143.
3. Проблемы духовно-нравственного образования: Материалы краевой науч.-практ. конф. – Вып 2. – Хабаровск, 2003. – С. 51–52.
4. Филарет (Вознесенский), игумен. Конспект по нравственному богословию. Московская патриархия. – М. : 1990. (Серия: По книге «Христианская жизни протоиерея Н.Вознесенского»).
5. Симонов П.В. Происхождение духовности / П.В. Симонов, П.М. Ерзов, Ю.П. Вяземский. – М., 1989. – С. 45–89.
6. Сорокоумова С.Н. Психологические особенности эмпатии дозкольников в условиях инклизивного образования / С.Н. Сорокоумова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. – № 2(4). – С. 889–893.
7. Шестун Е.В. Православные традиции духовно-нравственного становления личности (историко-теоретический аспект) : дис. ... докт. пед. наук. Ин-т пед. и психол. профес. образ. РАО. – Казань, 2006.
8. Слободжиков В.И. Психология развития человека. Развитие субъективной реальность в онтогенезе / В.И. Слободжиков, Е.И. Исаев. – М. : 2000.
9. Архимандрит Платон (Игумнов). Православное нравственное богословие / Архимандрит Платон (Игумнов) // Свято-Троицкая Сергиева Лавра. – М., 1994.
10. Нажала христианской психологии : учеб. пособие для вузов / Б.С. Братусь, В.Л. Воейков, С.Л. Воробиев [и др.]. – М., 1995.
11. Мариясова Н.В. Духовности в контексте психологического анализа (Личностный аспект) : дис. ... канд. психол. наук. – Хабаровск, 2004.
12. Чудновский В.И. Воспоминания о будущей эколе: книга для учителя / В.И. Чудновский, Р.М. Бескина. – М., 1993.
13. Знаков В.В. Понимание субъектом правды о моральном поступке другого человека: нормативная этика и психология нравственного сознания / В.В. Знаков // Психологический журнал. – 1993. – № 1. – С. 32–43.

УДК 371

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ



MODERN METHODS OF INCREASING
THE INTELLECTUAL ACTIVITY OF STUDENTS

Энсис Е.И.

кандидат психологических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Колесников В.П.

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

Дорохов Д.В.

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

Аннотация. В статье авторами предложена педагогическая технология на основе модуля трехступенчатого алгоритма перехода от оперативно-цифрового интеллекта к интуитивному. Предложенная авторами технология станет эффективной формой конструирования новых методик обучения и позволит достигнуть более качественного образования.

Ключевые слова: образование, сознание, восприятие, память, интуиция интеллектуальная активность.

Ensis E.I.

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

Kolesnikov V.P.

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

Dorokhov D.V.

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

Abstract. The paper proposes pedagogical technology based on module of three-stage algorithm for the transition from operational digital intelligence to intuitive. It will become an effective form of designing new teaching methods and will allow achieving a better education.

Keywords: education, consciousness, perception, memory, intuition, intellectual activity.

В условиях высоких требований к современному образованию, связанных с ростом объемов воспринимаемой информации и теоретических знаний, увеличивается время на их обработку, что приводит к умственному и физическому истощению обучаемого. Как следствие – снижается концентрации внимания, что является препятствием к ускоренному переходу образования от оперативно-цифрового интеллекта к воспитанию интуитивного интеллекта.

Возникает эффект своеобразного оперативно-цифрового насилия, так как чрезмерный объем информации дезориентирует фокус внимания обучаемого, и он теряет способность воспринимать, обрабатывать и запоминать информацию.

Разрешение проблемы нам видится через разработку методов *интеллектуальной активности* обучаемого. Для этого необходима стратегия *динамического перехода от прежних методов обучения к новым* [1], на основе использования:

- 1) интенсивных мотивационных методов, что обеспечит рост интеллектуальной активности;
- 2) физических и ментальных упражнений, снимающих психические напряжения;
- 3) управление мотивацией – удивление неизвестным, интерес к теме, радость открытия, вдохновение, стремление к образованию;
- 4) методы синтезирования знаний.

Следует признать, что цифровая информация, как интернет-ресурс, помогает преподавателям внедрять множественные интеллектуальные технологии в учебном процессе, начиная от простой информации до построения сложных логических цепочек мышления и автоматизации решений при помощи искусственного интеллекта.

В области интеллектуальной обработки информации и анализа тематических задач объём информации уже увеличился на 20 % за последние годы. Этот показатель говорит о том, что цифровая зона образования включает всё больше затратного времени для реализации других педагогических задач.

Цифровой интеллект (Digital IQ), как современный индекс IT-технологий, ускорил процессы обучения только в зоне стратегического оперативного консультирования, однако не повлиял на зону принятия стратегических решений, поскольку опирается на анализ больших массивов данных [2].

Оперативно-цифровой интеллект позволил управлять в учебном процессе большими потоками информации, а также способствовал ускоренному изучению структуры теоретических процессов, но не смог обеспечить углубленного понимания смыслов решаемых задач, в результате чего снизилась сообразительность и скорость мышления.

Кроме того реализация цифровых инициатив на основе оперативно-цифрового интеллекта (аудио-, видео- и интернет-ресурсов) позволила исследовать инновационные педагогические технологии, но не смогла перестроить методику обучения для перехода к воспитанию интуитивного интеллекта.

Поэтому задача образования видится в том, чтобы научиться продуктивно и эффективно думать, принимать стратегические решения, оперативно корректировать ментальные конструкции и анализировать их выбор «на лету». В этой связи разработана методика динамического перехода на интуитивный способ мышления на основе трехступенчатого алгоритма» [3].

При компьютерном обучении ментальный процесс на основе прежних форм анализа и логики предлагал описательную компьютерную модель решения, которая оказалась далекой от реальности. Процессорная аналитика не учитывала интенсивный запрос курсантов на принятие интеллектуального решения поставленной задачи в кратчайшие временные сроки.

Таким образом, исследование использования фактора времени в процессе учебного занятия показывает, что 52% учебного времени уходит на поиск анализ данных поставленной задачи, а для поиска логического решения задачи и вывода остается недостаточно времени, вследствие чего образование дает фрагментарное, а не целостное понимание изучаемой темы [3].

Ментальный процесс при использовании оперативно-цифрового интеллекта выходит за рамки оперативного сознания и не дает видения и понимания долгосрочных результатов.

Рассмотрим подробнее оперативно-цифровой интеллект, как индекс цифровой компетенции.

Оперативно-цифровой интеллект – это «лоскутное одеяло» деятельности ума, который решает лишь одноразовую задачу обучения в реальном времени мышления без творческого развития интеллекта.

Проанализировав риски образования по старым методикам, нами была выстроена модель-образ выхода на новый уровень образования и воспитания интуитивного интеллекта на основе использования трехступенчатого алгоритма [3, 4].

Алгоритм состоит из следующих ступеней:

1) опрос курсантов посредством тестирования, на основе которого составляется «визитная карточка» [3], итогом которого является распределение обучаемых по уровням сознания;

2) использование мотивации и целеполагания, как средства повышения интеллектуальной активности;

3) использование методики *ментального инжиниринга* по схеме: идея – абрис – образ – реализация проекта для оценки сообразительности;

4) формирование целостного образования на основе методов синтезирования знаний смежных дисциплин;

- 5) мониторинг использования времени (исследование ритма, темпа мышления);
- 6) исследование «коридора принятия решения» (продолжительность анализа вариантов и оптимального выбора);
- 7) интуитивный выбор решения.

В результате применения этого алгоритма мы получили следующие результаты:

- 1) разработана информационная база: «интернет-ресурс», «аудио-, видео-информация»
- 2) был использован базис цифрового интеллекта на семинарских занятиях для развития когнитивного мышления и поиска аналитического и логического мышлений с дальнейшим переходом к интуитивному мышлению;
- 3) исследованы временные потери и стратегические препятствия мышлению в процессе занятий [5];
- 4) была разработана методика обеспечения информационной безопасности.

Таким образом, предложенная педагогическая технология на основе трехступенчатого алгоритма перехода от оперативно-цифрового интеллекта к интуитивному позволит повысить культуру образования курсантов и принять логические операции поиска выбора решения при помощи «коридора принятия решения».

Оперативно-цифровой интеллект позволит обучаемым развить их когнитивные способности, а алгоритм перехода будет способствовать принятию оптимального решения. Это, в свою очередь, будет способствовать развитию у курсантов умения пластически мыслить, и по мере ускорения динамики образования они будут готовы к оперативно-методическим изменениям проведения учебных, семинарских и других занятий.

По мере роста интеллектуальной активности обучаемых, она явится той необходимой платформой обучения, которая станет эффективной формой конструирования новых методик обучения, что позволит достигнуть более качественного образования [6].

Между тем прежние формы стимулирования устойчивого интереса курсанта к обучению и внешняя установка преподавателя на основе устаревших мотивационных методик стали препятствием для перехода на более высокий качественный уровень обучения и не сумели сыграть роль эффективного мотивационного фактора, так как были не способны развить творческий подход к решению задачи. Для преодоления этого препятствия преподавателю необходимо активизировать обучаемого на логическое использование накопленных знаний и опыта. Это будет способствовать стимулированию интеллектуальной активности, а формальность исполнения задания, как препятствие для творческого отношения, в этом случае исчезнет. Возникнет необходимость поиска смысла и использования анализа для выявления причинно-следственных связей.

Второй и основной трудностью для развития интеллектуальной активности является продолжительное время на размышление, а также наличие сомнения в принятии решения. Создается внутреннее противоречие в сознании обучаемого, что всегда провоцирует пролонгированную адаптацию мышления, и в результате не вырабатывается оптимальное решение при спонтанно возникшей внештатной ситуации [9].

Интеллектуальная активность на основе алгоритма перехода вызовет новые способы образного мышления, в момент которого обучаемый, не приступая к анализу данных, осуществляет ментальный переход на готовую установку для решения задачи.

В результате творческого процесса и интеллектуальной активности в сознании курсанта спонтанно возникает творческое действие, как импульсивное действие, для достижения оптимального выбора, что позволяет ему присоединить актуальную потребность к постановке задачи со смыслом действия [7].

Развивая интеллектуальную активность курсанта, мы способствуем творческой деятельности ума, при этом сознание наполняет его смыслом и импульсом к действию.

Появляется итог применения мотивации, как стремление к образованию и готовность личности к направленному устойчивому стратегическому мышлению.

Развитие интеллектуальной активности принимает устойчивую динамическую форму для перехода от оперативно-цифрового интеллекта к воспитанию подвижного

интеллекта, который представляет собой психический процесс на основе интеллектуального анализа и логических операций поиска и принятия стратегического решения.

Таким образом, интеллектуальная активность становится фактором нового интеллектуального потенциала инновационного развития, для которого был использован этот метод (табл. 1).

Таблица 1

Интеллектуальный потенциал инновационного развития включает в себя	
Подход к раскрытию интеллектуального потенциала через творчество	Принятие критерия оптимальности на основе трехступенчатого алгоритма

Такой метод для мотивации интеллектуальной активности изменит величину активности творческой работы преподавателя и курсанта, направленных на решение учебных задач в рамках поставленной цели и будет характеризоваться наличием синэргетических связей и выработки командного навыка [8].

Динамический переход на более высокий интеллектуальный уровень на основе использования модуля 3-х ступенчатого алгоритма позволил создать модель подвижного интеллекта для обучаемых: движение сознания курсанта-личности к сознанию курсанта-индивидуальности.

Список литературы:

1. Энсис Е.И. Методологический принцип применения переходного алгоритма для ускоренного образования иностранных курсантов / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Межд. Научно-практическая конференция молодых ученых, Посвященная 62 годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ, Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – 380 с.
2. Шукшин Д. «Ведомости &» (энд), 2020 «АВВУУ Россия.
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 : КВВАУЛ, 2020. – 194 с.
4. Энсис Е.И. Психофизика сознания в условиях становления платформы перспективных форм образования / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Булатовские чтения: материалы V Международная научно-практическая конференция (31 марта 2022 г.). – Краснодар : Издательский Дом – Юг. – 2022. – Т. 2. – 322 с.
5. 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.
6. 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.
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). – Краснодар, 2020. – № 3. – С. 405–408.
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, 2019. – С.190.
9. Теория вероятностей и пространство выборок / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, М.В. Степанова, А. Али // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С. 140–145.
10. Колесников В.П. Разработка научно-практических и учебно-методических принципов (положений) качественного повышения обучения курсантов-летчиков в вузах МО РФ : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов; КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 122 с.

**ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ:
ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОНЛАЙН ПЛАТФОРМ**



DISTANCE LEARNING: PROS AND CONS OF USING ONLINE PLATFORMS

Собко В.В.

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

Аннотация. В современном учебном процессе преподаватели стали чаще использовать информационные технологии, тем самым отходя от привычных нам традиционных форм обучения, что значительно облегчает подготовку преподавателей к занятиям. В статье представлен обзор образовательных площадок. Рассмотрены наиболее распространенные онлайн платформы для создания курсов, которые можно использовать при дистанционном обучении.

Ключевые слова: дистанционное обучение, онлайн-платформа, интернет-ресурсы, обучение, виртуальная обучающая среда.

Sobko V.V.

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

Abstract. In the modern educational process, teachers have begun to use information technology more often, thereby moving away from the tradition forms of education that are familiar to us, which greatly facilitates the preparation of teachers for classes. The article presents an overview of educational platforms. The most common online platforms for creating courses that can be used for distance learning are considered.

Keywords: distance education, online platform, internet resources, training, virtual learning environment.

Интернет стал важным участником образовательного процесса еще в начале 2000-х, а сегодня редкий преподаватель или обучающийся совсем не использует технологии в обучении. Мы общаемся с коллегами, обучающимися, а также их родителями в мессенджерах, пользуемся электронными журналами, ищем дополнительные материалы в Интернете.

С 2020 года с возникшей ситуации пандемии все уровни образования перешли на дистанционный формат обучения. Для всех организаций образования основной задачей стало обеспечение дистанционного обучения с минимизацией возможных педагогических рисков. Для решения данной задачи возникла необходимость поиска альтернативных способов осуществления образовательного процесса в дистанционном формате обучения с использованием новых онлайн-контентов. Санитарно-эпидемиологическая ситуация в мире привела к множествам ограничений, одной из которых стал установленный указом Президента РФ от 02.04.2020 № 239 особый порядок передвижения граждан и транспортных средств в регионах Российской Федерации. Это привело к тому, что жители страны были вынуждены перейти на дистанционный вид работы и обучения.

Рассмотрим понятие дистанционное обучение (ДО). В своем учебном пособии А.А. Андреев, В.И. Солдаткин. «Дистанционное обучение: сущность, технология, организация работе» дают следующее определение понятия: ДО – это «обучение на расстоянии с использованием ИКТ» [1]. А.В. Зубов, И.И. Зубова рассматривают ДО «как новую форму организации учебного процесса, соединяющую в себе традиционные и новые информационные технологии обучения, основывающуюся на принципе самостоятельного получения знаний, предполагающую в основном телекоммуникационный принцип доставки обучаемому основного учебного материала и интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателей как непосредственно в процессе обучения, так и при оценке полученных ими в процессе обучения знаний и навыков» [3].

М.В. Лапенко в статье «Организация познавательной деятельности учащихся на основе школьной системы дистанционного обучения» основными функциями преподавателя дистанционного обучения считает организацию оптимальных виртуальных классов, ведение мониторинга выполнения заданий, создание у учащихся необходимого психологического настроения на восприятие информации, решение задач, сотрудниче-

ство. Таким образом, школьный учитель должен иметь высокий уровень знаний не только в области своей специализации, но и во владении современными информационными и новейшими мультимедийными нанотехнологиями [2].

Курс «Технологии дистанционного обучения» В.П. Демкина, Г.В. Можаяева, посвященный технологиям дистанционного обучения, также в основу ставит взаимодействие ученика и учителя. В этой связи дистанционное обучение, рассматривается как предмет педагогических идей и инноваций [5].

Для эффективного осуществления образовательного процесса в школе учителю необходимо прежде всего определиться с методами и формами организации дистанционного обучения. В своей работе «Технология оценки образовательных результатов в дистанционном обучении (на примере Microsoft Teams)» Ю.В. Скрипкина рассматривает технологии оценки образовательных результатов в дистанционном обучении на платформе Microsoft Teams. Автор отмечает удобство платформы для дистанционного обучения, которая позволяет «хранить все работы учеников дистанционного класса, получать к ним мгновенный доступ, оставлять комментарии (публично или приватно), тут же выставлять оценки по прописанным в системе критериям, вести журнал. Такой ресурс позволяет индивидуализировать контроль, отслеживать приращение каждого ученика, вести диагностику результатов учеников и класса в целом» [2]. В условиях дистанционного обучения формативное оценивание на платформе Microsoft Teams «позволяет не только проверить работу учащегося, но и организовать обратную связь на основе комментариев, отзывов, рекомендаций к выполнению работы над ошибками. Благодаря оцениванию ученик понимает, что выполненная работа важна не только для него, но и для учителя, который может не только высказать свои замечания, но и похвалить ученика. Таким образом, информационная цифровая среда поддерживает непрерывный процесс обучения, обеспечивает интерес к получению знаний, воспитывает критическое мышление, открывает широкий простор для творчества и развития познания» [4].

В статье О.Н. Кисловой «Опыт преподавания с использованием возможностей GOOGLE КЛАССА» автором проведен анализ возможностей Google Classroom как онлайн-инструмента, дополняющего образовательный процесс новыми интернет-практиками. Автор показал, что Google Classroom является эффективным способом организации взаимодействия студентов и преподавателей в цифровой образовательной среде. Главными особенностями сервиса Google Classroom автор отмечает простоту настройки, экономия времени и бумаги (раздавать задания, контролировать выполнение, проверять задачи можно в одном сервисе), удобство, доступность (класс доступен бесплатно, для работы в сервисе можно использовать как компьютер, так и планшет или телефон), безопасность (отсутствие рекламы) [2].

Рассматривая статью «Особенности дистанционного обучения как средства цифровизации образовательной среды» Ю.Н. Башировой, познакомились с обзором наиболее доступных конференц-платформ, с помощью которых можно обеспечить видео и аудио связь педагога с учащимися, и с возможностью видеоконференции. Автором проведена подборка видео-сервисов, предоставляющих видеоматериалы, доступные для использования в процессе обучения. Интерес данной работы заключается в том, что в статье автор уделяет обзору наиболее популярных и доступных образовательных площадок и бесплатных сервисов для дистанционного обучения. Ю.Н. Баширова подробно описывает каждую платформу и указывает особенности, плюсы и минусы. Из предложенных платформ в учебном процессе в школе наибольший интерес представляют образовательные платформы Zoom, Google Classroom. Автор отметила основные возможности использования Zoom для создания видеоконференций. В статье рассматривается платформа Google Classroom. Автор раскрывает достоинства данной платформы, такие как: «Удобный продуманный портал, который создавался специально для школ. Легко настраивается класс и создаются классные работы.

На школьной практике были использованы перечисленные онлайн платформы. Онлайн обучение подтолкнуло многие школы полностью перейти на информационную систему получения знаний. Популярными среди педагогов остаются видеоконференции в Zoom, Teams. Онлайн платформы Google дают большое разнообразие форм ра-

боты с учащимися. Конечно, многие педагоги, учащиеся, родители столкнулись с проблемами подключения к Интернет, недостатком живого общения, негативное влияние компьютерных технологий на здоровье. Рассматривая положительные и негативные стороны дистанционного обучения можно согласиться с результатами исследования, проведенного А.П. Дегтяревым и В.В. Загорским, которые в своей работе «Стратегии и эффективность работы в системах дистанционного образования» считают, что «одним из главных выводов исследования является то, что современные образовательные технологии, включающие в том числе и обучение с использованием сети Интернет для дистанционных курсов, имеют свои достоинства и недостатки, однако все они являются полноценной учебой в самом прямом смысле этого слова».

К минусам относятся:

1. Необходимость жесткого подхода к организации рабочего места и дисциплины;
2. Такой формат идеален не для всех обучающихся: при наличии проблем с мотивацией и дисциплиной обучение не будет успешным;
3. Отсутствие социального взаимодействия и неполноценная эмоциональная составляющая вследствие неосуществимости прямого контакта с товарищами и преподавателями;
4. Ощущается явный недостаток практических занятий;
5. Занятия требуют существенной адаптации к новым технологиям, что сказывается на удобстве и эффективности обучения: обучающимся, которые более «подкованы» в Интернет-технологиях, учиться интереснее, для них обучение несет больший эффект;
6. Не все предметы, темы или задания могут быть предложены для ознакомления и выполнения в Интернете: все, что требует практики, не может преподаваться заочно или удаленно.

Таким образом, можно сделать вывод на основе практики проведения занятий в дистанционном режиме:

1. Дистанционное обучение является эффективным и полезным для школьников;
2. У учащихся и педагогов возрос интерес к использованию информационных технологий;
3. У учащихся появилась возможность самостоятельно работать и изучать материал;
4. Общение педагогов и учеников в онлайн формате не утрачивает интереса.

Для осуществления дистанционного обучения может быть разработан курс на разнообразных онлайн-платформах, различающихся своими функциями и имеющих свои достоинства и недостатки.

iSpring Online – это российская платформа. Она имеет несколько инструментов для создания онлайн-курсов, сервис для размещения курсов и учебный портал. Обучение геймифицировано: пользователи получают очки, значки и попадают в рейтинг – что будет особенно интересно для школьников. Сервис поддерживает все виды учебных материалов – онлайн-курсы, видеолекции, тесты и презентации. iSpring Online не нужно устанавливать на сервер и настраивать [5].

Lore – это платформа, которая представляет собой ленту курсов, где преподаватели составляют лекции из картинок, презентаций, таблиц, аудио и видео. Полный профиль есть только у преподавателя, а у обучающихся страницы довольно безликие, т.к. это образовательная сеть. «Ленточный» дизайн курса облегчает общение – обучающиеся могут задавать вопросы под любым постом (даже если это фото или картинка). У каждого обучающегося есть личный дневник для заметок, календарь, где преподаватель назначает дату сдачи работ, и библиотека с необходимой электронной литературой для курса. Регистрация открыта для всех преподавателей, а обучающиеся могут получить доступ к сети только по приглашению преподавателя. Но для тех и для других услуга всегда бесплатна [5].

Moodie – система управления курсами из Австралии. Сразу после регистрации платформа предложит решить технические вопросы – установить настройки конфи-

денциальности, определить продолжительность курса и т.д. Затем можно собрать лекцию из разных файлов и даже подготовить заключительный экзамен. Хотя функциональность Moodle очень «скромна», некоторые особенности сервиса уникальны: например, его можно вставить в качестве модуля в другие сайты с помощью специального программного кода. Также в Moodle можно делать опросы, глоссарии, анкеты и небольшие базы данных [5].

Edmdecell – платформа для создания онлайн-курсов, позволяющая размещать любые обучающие материалы в личном кабинете обучающегося: видеозаписи, аудиозаписи, текстовые файлы, изображения и т.д. Возможен анализ статистики по количеству обучающихся, по количеству находящихся онлайн, по количеству выданных ключей и др. Платформа позволяет настраивать проверку домашнего задания для каждого курса отдельно и по желанию; имеется разноплановый доступ к обучающим материалам, в том числе с определенным сроком доступа. Ресурс платный [5].

Versal – платформа, которая привлекает простым и понятным интерфейсом. Каждый курс создается из функциональных элементов – видео, схемы, диаграммы, фотографии, картинки, пояснения и т.д. Элементы добавляются простым перетаскиванием значков в рабочую область, где их можно расположить в необходимом порядке. После завершения работы Versal дает ссылку на курс, которую можно отправить обучающимся или опубликовать в социальных сетях. Особых возможностей для общения с обучающимися, например видео-, аудиоконференции, чаты, форумы, нет. Ресурс является бесплатным для лиц, а для организаций, стоимость услуги зависит от количества студентов [5].

Существуют еще большое множество платформ, обладающих определенными достоинствами и недостатками. Многообразие онлайн-платформ позволяет разрабатывать курсы, удовлетворяющие необходимым требованиям. Использование онлайн-курсов в качестве дистанционного обучения позволяет значительно улучшить изучение учебного материала обучающимися.

Список литературы:

1. Андреев А.А. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация работе : учеб. пособие / А.А. Андреев, В.И. Солдаткин. – М. : МЭСИ, 1999. – 192 с.
2. Кузнецова О.П. Информационно-коммуникационные технологии, открытое и дистанционное обучение: достижения и проблемы / О.П. Кузнецова // Теория и практика современной науки. – 2022. – № 10(52). – С. 90–97.
3. Информационные технологии в лингвистики : учеб. пособие / А.В. Зубов, И.И. Зубова. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с.
4. Зырянова Е.В. Платформы для организации электронного обучения / Е.В. Зырянова, М.В. Мащенко. – URL : <http://www.scienceforum.ru/2014/pdf/4670.pdf>
5. Полат Е.С. Теория и практика дистанционного обучения / Е.С. Полат, М.Ю. Бухракина, М.В. Моисеева. – М. : Издательский центр «Академия», 2022. – 416 с.
6. Вайндорф-Сысоева М.Е. Методика дистанционного обучения : учеб. пособие для вузов / М.Е. Вайндорф-Сысоева, Т.С. Грязнова, В.А. Шитова. – М. : Издательство Юрайт, 2023. – 194 с.
7. Савина Н.В. Состояние и тенденции развития информационной среды образовательных организаций в условиях цифровой трансформации образования / Н.В. Савина // Мир психологии. – 2020. – № 3(103). – С. 199–205.
8. Демкина В.П. Технологии дистанционного обучения / В.П. Демкина, Г.В. Можяева. – Томск, 2008. – 124 с.

УДК 159

**ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ
(КУРСАНТОВ) В ВОЕННОМ АВИАЦИОННОМ ВУЗЕ ВКС РФ**



**PROBLEMS OF ADAPTATION OF FOREIGN MILITARY SPECIALISTS (CADETS)
AT THE MILITARY AVIATION UNIVERSITY
OF THE VKS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Медведев В.И.

доктор исторических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Савеленко В.М.

доктор социологических наук,
доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме – подготовке иностранных курсантов в российском военном вузе. Анализируя трудности подготовки иностранных курсантов, причины этих трудностей, а также пути их преодоления, авторы опираются на результаты проведенного опроса преподавателей, работающих с иностранными курсантами, а также рекомендации других ученых-исследователей. Авторы считают, что одна из важнейших задач педагогов, работающих с иностранными курсантами, заключается в приобщении их к русским национально-культурным традициям средствами учебной и внеучебной деятельности, а также обеспечении усвоения элементов русской культуры и языка.

Ключевые слова: подготовка иностранных курсантов, российский военный вуз, трудности подготовки и причины этих трудностей, пути преодоления; социально-психологическая адаптация, социокультурная адаптация, педагогическая и академическая адаптация иностранных курсантов, поликультурная компетентность преподавателей, работающих с иностранными курсантами.

Medvedev V.I.

Doctor of Historical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Savelenko V.M.

Doctor of Sociological Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article is devoted to an actual problem – the training of foreign cadets at a Russian military higher educational institution. Analyzing the difficulties of training foreign cadets, the reasons for these difficulties, as well as ways to overcome them, the authors rely on the results of a survey of teachers working with foreign cadets, as well as the recommendations of other research scientists. The authors believe that one of the most important tasks of teachers working with foreign cadets is to introduce them to Russian national and cultural traditions through educational and extracurricular activities, as well as to ensure the assimilation of elements of Russian culture and language.

Keywords: training of foreign cadets, Russian military higher educational institution, training difficulties and the reasons for these difficulties, ways to overcome them; socio-psychological adaptation, socio-cultural adaptation, pedagogical and academic adaptation of foreign cadets, multicultural competence of teachers working with foreign cadets..

Одним из направлений деятельности военных авиационных вузов ВКС РФ является международная деятельность, цель которой – подготовка и обучение курсантов-лётчиков ИВС. Международный образовательный рынок в военно-образовательной области открывает широкие экономические и военно-политические выгоды. Обучение курсантов-лётчиков ИВС – это действенный инструмент реализации геополитических интересов Российской Федерации. Активность в этой области проявляют многие иностранные государства. Главными конкурентами у военных авиационных вузов ВКС РФ являются США, Франция и Великобритания. Перед авиационными вузами ВКС РФ стоит сложная задача – победить в конкурентной борьбе с ведущими иностранными государствами и занять основной сегмент международного рынка образовательных услуг. Для решения этой задачи необходимо создать условия жизни и учебы для курсантов-лётчиков ИВС и необходимую и современную учебно-материальную базу.

Одной из важных проблем, решаемых в вузе, является социальная адаптация курсантов-лётчиков ИВС к условиям обучения в военном авиационном вузе ВКС РФ. Проблему изучения адаптации в условиях межкультурного взаимодействия рассматривали такие ученые, как В.В. Грищенко, Л.М. Дробижеева, Л.В. Ключникова, Г.У. Солдатова, Т.Г. Стефаненко и др. Вопросами комплексного изучения языковых средств, используемых в определенных социальных условиях, занимались В.В. Богданов, А. Вежбицка, Ю.А. Сорокин, И.П. Сусов. Необходимо отметить, что вопросы влияния различных элементов культуры на процесс адаптации, изменения в структуре идентичности под влиянием адаптационных процессов, возможности формирования толерантного отношения к представителям иных культур средствами языкового общения остаются слабо изученными.

Социальная адаптация курсантов-лётчиков ИВС – сложный и динамичный процесс, который направлен на перестройку всей мотивационно-потребностной и ценностной сферы личности к новым для неё условиям [4]. Целостная концепция социально-психологической адаптации курсантов-лётчиков ИВС на сегодняшний день не разработана, чаще всего под ней понимают личностную адаптацию.

Профессиональная подготовка и становление курсанта-лётчика ИВС как будущего офицера определяется эффективностью его социально-психологической адаптации в военных вузах ВКС РФ. Учебно-воспитательный процесс в военном авиационном вузе существенным образом отличается от обучения иностранных студентов в гражданском вузе. Специфика социальной адаптации курсантов-лётчиков ИВС, обучающихся в военном вузе, заключается в том, что курсанты-лётчики ИВС, кроме обучения, выполняют военно-профессиональные обязанности. Курсанты-лётчики ИВС не имеют возможности самостоятельно выбирать военный вуз, так как они вынуждены учиться в том вузе, с которым их страна заключила договор с Россией. Они попадают в особенную профессиональную, социальную и культурную среду авиационного вуза, в котором сформировались определенные взаимоотношения в процессе обучения на этапе первоначальной теоретической подготовки. Курсанты-лётчики ИВС приобретают опыт общения с преподавателями, курсовыми офицерами, курсантами-лётчиками РФ и иностранными военнослужащими. На этапе первоначальной теоретической подготовки они создают новые коммуникативные связи и приобретают опыт общения в новом социальном и образовательном пространстве высшего военного авиационного вуза. Это пространство значительно отличается от уклада жизни в их родной стране. Воинская дисциплина, слабое знание русского языка, отсутствие поддержки родных и ряд других факторов существенно влияют на социокультурную адаптацию курсанта-лётчика ИВС. Задача военного авиационного вуза – создать необходимые условия обучения и воспитания, чтобы курсанты-лётчики ИВС не создавали субъективного барьера между собой, курсантами-лётчиками РФ, курсовыми офицерами и преподавателями.

Благодаря социальной природе человек образует самостоятельно свою искусственную среду, что даёт возможность ускорить процесс социальной адаптации. Социальная адаптация курсанта-лётчика ИВС предполагает адекватное восприятие окружающей действительности, самого себя, системы отношений и общения. Человек может самостоятельно обучаться, организовывать систему отношений и общения с окружающими, способен организовать досуг и отдых, изменить свое поведение в зависимости от ожиданий других.

Адаптация курсантов – сложное явление, связанное с перестройкой стереотипов поведения, а часто и личности. У некоторых этот процесс заканчивается неблагоприятно, о чем свидетельствует отсев обучающихся в первые семестры обучения. Часто за этим явлением стоит недостаточная гибкость адаптационных систем человека [1].

Проводимые исследования выявили, что успешность протекания и результаты процесса адаптации иностранных военнослужащих в российском военном вузе зависят от факторов адаптации. Основные исследования факторов адаптации иностранцев в российских социокультурных условиях посвящены адаптации иностранных студентов в гражданских вузах. Изучению влияния факторов адаптации на иностранных военнослужащих в военном авиационном вузе ВКС РФ, имеющем свои особенности, ранее уделялось мало внимания. Ряд исследователей выделяют индивидуальные и групповые факторы адаптации (рис. 1).

Факторы адаптации (Т.Г. Стефаненко)		
Индивидуальные	Групповые	Ситуационные

Рисунок 1 – Классификация факторов адаптации (Т.Г. Стефаненко)

Т.Г. Стефаненко предлагает:

– к индивидуальным факторам адаптации отнести: возраст, пол, образование, личностные характеристики, мотивацию, ожидания и жизненный опыт;

– к групповым факторам: характеристики взаимодействующих культур степень сходства или различия между культурами; особенности культуры, к которой принадлежат адаптанты; особенности страны пребывания.

Т.Г. Стефаненко считает, что серьезное влияние на адаптацию оказывают ситуационные факторы (уровень политической и экономической стабильности, уровень преступности и др.), которые составили дополнительную группу разработанной им классификации [5].

И.Н. Гребенникова рассматривает внутренние и внешние факторы адаптации иностранных студентов. К внутренним факторам автор относит наличие общих ценностных оснований в соприкасающихся культурах; языковую базу и уровень коммуникативных умений иностранного студента. Сюда же относится мотивация к преодолению барьера коммуникации с представителями социума и к получению профессионального образования в российском вузе. Значительное влияние оказывает владение фоновой информацией новой социокультурной среды. Есть определенная зависимость от индивидуально-личностных психологических особенностей иностранных студентов.

К внешним факторам относятся социокультурные ценности нового сообщества; степень сходства и родства между культурами и ценностными установками; образовательная среда вуза; новая языковая среда; наличие взаимодействия между преподавателями, русскими и иностранными студентами; наличие русских друзей; организация досуга иностранных студентов и т.д. [2].

В.В. Грибанова предлагает классификацию факторов адаптации на две группы: зависящие от студента и зависящие от преподавателя (рис. 2).

Факторы адаптации	
Зависящие от студента	Зависящие от преподавателя

Рисунок 2 – Классификация факторов адаптации (В.В. Грибанова)

Первая группа: достаточный уровень базовой подготовки, уровень знания русского языка, индивидуальная способность к обучению, особенности национального менталитета.

Вторая группа: преподаватель должен быть компетентен в предмете, владеть языком общения и обладать определенными личными качествами, так как именно он является носителем профессиональных ценностей, представителем культуры, в том числе и языковой. Педагогу, работающему с иностранными студентами, необходимо (помимо языка) овладеть умением работать с многонациональным составом курсантского коллектива, для чего, как минимум, нужно изучить этнопедагогические особенности и потенциал той этнической группы, с которой он работает [3].

На курсантов-лётчиков ИВС в процессе обучения оказывают положительные или отрицательные адаптирующие воздействия, которые необходимо учитывать в процессе

обучения. Эти адаптирующие воздействия ускоряют или замедляют процесс адаптации. Учитывая это, необходимо создать модель адаптирующих воздействий на курсанта-лётчика ИВС. Создавая модель адаптирующих воздействий, необходимо понимать, что перед нами находится уже сформировавшаяся личность, которая обладает динамичным соотношением пространственно-временных ориентаций, потребностно-волевых переживаний, содержательных направленностей, уровней освоения и форм реализации деятельности. Эта личность активно осваивает и преобразует окружающий мир, общество и самого себя. Личность курсанта-лётчика ИВС имеет определённую структуру (рис. 3). Личность определяется не темпераментом и характером, а тем что:

- 1) что и как она знает;
- 2) что и как она ценит; что и как она созидает;
- 3) с кем и как общается;
- 4) каковы её художественные потребности, как она их удовлетворяет;
- 5) какова мера ответственности её за свои поступки и решения [6].



Рисунок 3 – Структура личности курсанта-лётчика ИВС

Курсанты-лётчики ИВС прибывают с уже определённым сформированным потенциалом, который они получили у себя на родине. К ним мы можем отнести его национальные, культурные, религиозные и индивидуально-личностные особенности (уровень знания русского языка, базовую подготовку, индивидуальную способность к обучению, уровень мотивации и тревожности). На процесс адаптации воздействуют также внутренние факторы (темперамент, характер).

Кроме внутренних факторов необходимо учитывать и внешние воздействия на курсанта-лётчика ИВС, которые влияют на адаптацию. В первую очередь – это образовательная и социокультурная среда авиационного вуза (военно-авиационные традиции и взаимоотношения, ценностные установки, морально-психологический климат и др.). Эти факторы мы относим к микроуровню. Образовательная среда представляет собой систему установленных средств и методов становления личности будущего офицера и регламентирована профессиональной деятельностью военного лётчика. Образовательная среда авиационного вуза включает: учебную, служебную, общественную, бытовую, спортивную и лётную деятельность. Эти виды деятельности ускоряют или замедляют адаптационный процесс курсантов-лётчиков ИВС.

На курсантов-лётчиков ИВС оказывает большое влияние окружающая среда: театры, музеи, общественно-культурные центры, социокультурные элементы других учебных заведений и т.д. Это макроуровень, влияние, которого не будет решающим, но он необходим для понимания особенностей русской культуры, улучшения межличностного общения с русским населением и представителями других национальностей.

Курсанты-лётчики ИВС просматривают телевидение, слушают радио и общаются в интернете, и мы не можем исключить их влияния на адапционные процессы. Это мегауровень, который включает, многонациональное российское общество (менталитет, моральный дух, многонациональную культуру и традиционные ценности). Влияние мегоуровня способствует повышению информированности, возникновению интереса к русской культуре.

Таким образом, адаптация курсантов-лётчиков ИВС в российском военном авиационном вузе представляет собой сложный многофакторный и многоуровневый процесс, детерминированный национальными, культурными, индивидуально-личностными особенностями иностранных военнослужащих, с одной стороны, и связанный с влиянием различных внешних и внутренних факторов – с другой. Их учёт при организации деятельности по адаптации курсантов-лётчиков ИВС является необходимым, позволяющим выявить различные группы условий организации данной деятельности.

Список литературы:

1. Березин Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека. – 2004. – 270 с.
2. Гребенникова И.А. Педагогическое сопровождение адаптации иностранных студентов в российском вузе (на примере китайских студентов) : автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Комсомольск-на-Амуре, 2010. – 21 с.
3. Грибанова В.В. Подготовка студентов из африканских стран в вузах России: проблемы и перспективы / В.В. Грибанова // Сборник по материалам международной научной конференции «Африка: континент и диаспора в поисках себя в XX веке. – М., 2008. – С. 58–70.
4. Смирнова А.Н. Трудности подготовки иностранных курсантов к обучению в России. – Т. II: Психолого-педагогические науки / А.Н. Смирнова // Ярославский педагогический вестник. – 2014. – № 4.
5. Стефаненко Т.Г. Этнопсихология : учебник для высших учебных заведений. – М., 1999. – 320 с.
6. Столяренко Л.Д. Основы психологии : учеб. пособие. – 12-е изд. – Ростов-н/Д. : Феникс, 2005. – С. 269.

УДК 37

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ



THE USE OF VIRTUAL AND ADDITIONAL REALITY TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF LEARNING IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF THE EDUCATION SYSTEM

Давыдова П.Д.

Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Савицкий Ю.А.

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

Аннотация. Авторами раскрыта сущность обучения с применением технологий виртуальной и дополнительной реальности, сформулированы системные характеристики обучения с использованием цифровых технологий, обоснована важность его использования в системе образования, а также предложены критерии обеспечения качества программ иммерсивного обучения. Практическая значимость состоит в возможности использования предложенных выводов и рекомендаций для внедрения иммерсивного обучения на всех уровнях системы образования.

Ключевые слова: технологии виртуальной и дополненной реальности, иммерсивное обучение, цифровые технологии, современные методы обучения, информатизация образования.

Davidova P.D.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Savitskiy Y.A.

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

Abstract. The authors reveal the essence of learning with the use of virtual and additional reality technologies, formulate the system characteristics of learning using digital technologies, substantiate the importance of its use in the education system, and also propose criteria for ensuring the quality of immersive learning programs. The practical significance lies in the possibility of using the proposed conclusions and recommendations for the introduction of immersive learning at all levels of the education system.

Keywords: virtual and additional reality technologies, immersive learning, digital technologies, modern teaching methods, informatization of education.

В настоящее время наблюдается рост интереса к иммерсивному обучению, что неудивительно в свете развития цифровых технологий, с одной стороны, а с другой – в свете актуальных задач повышения эффективности обучения на всех уровнях системы образования и во всех ее сегментах.

Таблица 1

Сфера иммерсивного обучения охватывает два основных взаимноинтегрированных направления	
МЕТОДИЧЕСКОЕ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
Обоснование использования иммерсивного обучения, его проектирование и реализацию	Иммерсивное обучение предполагает использование возможностей виртуальной, дополненной и смешанной реальности

В связи с чем выявлены два противоречия между возможностями, предоставляемыми использованием новейших цифровых технологий в сфере образования, и реальностью их использования в образовании.

Иммерсивное обучение понимается как средство интенсификации студентоцентрированной парадигмы в интересах повышения качества обучения и обеспечения права обучающихся на получение качественного образования и, как следствие – на успешную профессиональную и личностную самореализацию. Под иммерсивным обучением будем понимать метод обучения с использованием искусственной или смоделированной реальности.

лированной среды для глубокого погружения в процесс обучения и визуализации и применением цифровых форм для освоения требуемых умений.

Это погружение может осуществляться посредством использования средств виртуальной, дополненной, смешанной реальности и видео и является атрибутом студенто-центрированной парадигмы. Используемые в иммерсивном обучении реальные сценарии или симуляции способствуют формированию практических знаний и умений относительно изучаемого предмета в безопасной/безаварийной среде, что важно и для обучающихся, и для преподавателей. При этом – благодаря встроенному механизму обратной связи, обучающийся может повторять выполнение заданий, пока не достигнет требуемого результата.

Иммерсивное обучение использует возможности целого ряда технологий и устройств. Благодаря использованию устройств виртуальной реальности (Virtual reality – VR) осуществляется погружение обучающегося в новый, сгенерированный компьютером мир. Дополненная реальность (Augmented reality – AR) позволяет использовать в пространстве реального настоящего дополнительные настройки и опции, которые слоями накладываются на реальный мир, корректируя и усложняя его. Смешанная реальность (MR) представляет собой аналог дополненной реальности, совмещающий возможности шлема VR и внешней видеокамеры и накладывающий на реальную картинку другие текстуры для объектов. Технология трехмерного (3D) иммерсивного обучения использует 3D-визуализацию и моделирование. Для успешной реализации иммерсивного обучения важен как правильный выбор и методически обоснованное сочетание цифровых технических возможностей с учетом их сильных сторон и рисков, так и тщательно отобранное содержание программы обучения.

Исходной методологической позицией является рассмотрение иммерсивного обучения как социально-педагогического проекта, развитие которого спровоцировано появлением инновационных цифровых технологий и задачами повышения актуальности компетенций выпускников системы образования и требует собственной методологии, основанной на устойчивой междисциплинарной коммуникации между актерами (актер – действующий субъект, совершающий действия, направленные на других), представляющими сферу образования и обучения и сферу информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

Каждая группа макро-актеров поддерживается и актуализируется сложной сетью внутренних взаимодействий, а коллаборация между макро-актерами поддерживается сложной многоуровневой сетью внешних коммуникаций. Важно подчеркнуть высокий уровень коллаборации между этими категориями макро-актерами, который отличается от того, что наблюдается при взаимодействии сферы образования с другими общественными подсистемами.

Простой пример – можно провести занятие без обучаемых, используя только речь преподавателя и простейшие подсобные средства – мел и доску, но невозможно провести иммерсивное обучение без технических средств и устройств, без программного обеспечения и без грамотно выстроенного – методически и содержательно – самого курса обучения в соответствии с теми требованиями и ограничениями, которые налагает сам формат иммерсивного обучения.

Следует отметить, что собственно методических исследований в российских источниках меньше, чем публикаций о техническом обеспечении иммерсивного обучения, что, очевидно, отражает саму ситуацию использования иммерсивного обучения в стране. Как показывают источники, интерес к проблеме появился еще в 90-е прошлого века в контексте развития цифровых технологий виртуального и дополненного обучения [15; 18].

Анализ источников показал, что иммерсивные форматы эффективны в различных контекстах и для различных целевых групп, в том числе студентов вузов, работников компаний и корпораций [19]. Интересно отметить, что лидерами использования иммерсивного обучения и во многом инициаторами его использования, равно, как и средств электронного обучения в целом, являются компании и корпорации, для которых вопросы качества кадров непосредственно связаны с экономической эффективностью, в частности – с отдачей от инвестиций.

В сети размещены многочисленные сайты и блоги на эту тему, в которых рассматриваются как вопросы развития рынка цифровых устройств для иммерсивного обучения, так и понятийный аппарат, практика использования цифровых технологий иммерсивного обучения и предложения по их дальнейшему использованию [3; 6; 16; 17; 20].

Как показывают исследования при том, что этот рынок в России еще молод, он активно развивается, формируя по мере своего развития и пул разработчиков, а также поле рисков и вызовов [1; 2; 4; 9].

Опасения и риски, в основном, связаны с безопасностью и конфиденциальностью данных, а также с высокой стоимостью разработки высокотехнологичных решений, нехваткой квалифицированных специалистов и технологической базы. Одним из факторов ускорения развития цифровых технологий, включая иммерсивное обучение, стала пандемия COVID-19. Отмечается особый подъем востребованности 3D-визуализации в секторе здравоохранения.

Важно подчеркнуть, что и в России, и за рубежом до сих пор основной спрос на решения виртуальной и дополненной реальности формируют коммерческие организации, а не сфера образования.

Так, например, свыше половины проектов в этой области в 2021 году пришлось на производственные предприятия и компании топливно-энергетического комплекса. Сформировавшийся пул разработчиков охватывает разработчиков программного обеспечения и решений на заказ и создателей аппаратного обеспечения, представленных как небольшими студиями, так подразделениями в ведущих отечественных системных интеграторах. Промышленные проекты такого рода в России сосредоточены в первую очередь на поддержке массового обучения, в том числе в части выработки мягких умений (soft skills), для чего создаются соответствующие тренажеры и симуляторы.

Помимо выгод иммерсивного обучения можно отметить наличие проблем, связанных с его стоимостью. Это – дороговизна оборудования, отсутствие большого числа качественных приложений и необходимость их разработки с нуля, недостаточный опыт преподавателей и др. Также в проблемном поле находится нехватка приложений с использованием технологий AR и VR, специально созданных для целей образования, а также квалифицированных разработчиков и методистов. В госструктурах в сферах образования, здравоохранения и культуры реализуются отдельные программы, включающие AR/VR технологии [11].

Иммерсивное обучение является одной из форм интенсификации и повышения эффективности обучения в рамках стратегии цифровизации образования, задачи которой заявлены в национальных проектах «Цифровая экономика РФ», Национальный проект «Образование», Федеральный проект «Цифровая образовательная среда» [10; 12; 13].

Иммерсивное обучение предполагает наличие искусственной (смоделированной) среды, позволяющей обучающимся полностью погрузиться в обучение при устранении отвлекающих факторов [4]. В рамках нацпроектов «Образование» и «Цифровая экономика» (подпроект «Цифровые технологии») до 2025 года на разработку контентных проектов и образовательных платформ правительство планирует выделить 5,5 млрд рублей [14].

Согласно госпрограмме, к 2025 году предполагается создание свыше 100 центров виртуальной реальности, которые будут использовать форматы иммерсивного обучения. К концу действия программы доля виртуальной реальности во всем образовательном контенте должна составить 30 % от всех учебных материалов [4].

Как указывалось ранее, акторами этой цифровой сети являются субъекты экономики и системы образования на уровне принятия решений (макроуровень), собственно разработчики технологий (мезоуровень) и пользователи на микроуровне (институциональные акторы), а также сами технологии и соответствующие устройства и программное обеспечение.

И здесь принципиально необходимо отметить, например, что в существующем дискурсе относительно использования иммерсивного обучения на всех указанных выше уровнях практически отсутствует такой сетевой актор как среднее профессиональ-

ное образование. То есть, в существующем виде сеть акторов иммерсивного обучения характеризуется существенной неполнотой, которая требует оперативного устранения, поскольку ослабляет саму сеть.

Актуальность устранения этой неполноты повышается в рамках текущих задач развития СПО и, в частности, реализации инновационного проекта «Профессионалитет».

Особенно важно подчеркнуть, что использование иммерсивного формата будет способствовать полноценной реализации права обучающихся на качественное обучение, поскольку позволит нивелировать различия в материальном и ресурсном оснащении образовательных организаций в регионах и предоставит возможность обучающимся практиковаться в освоении актуальных компетенций, в том числе и там, где нет предприятий с современным оснащением и соответствующих специалистов [5].

Внедрению иммерсивного обучения в сферу образования может способствовать использование наработок и накопленного опыта в таких областях, как параметры виртуального образовательного процесса, влияние технологий на взаимодействие преподаватель-студент, организацию учебного процесса, связь иммерсивного подхода с другими подходами в образовании (деятельностным, контекстным, информационным) и другими [5; 7; 8].

Иммерсивными технологиями в высшем образовании занимается целый ряд ведущих вузов и иных субъектов системы образования на макро- и мезоуровне. Этим, например, успешно занимается Московский институт открытого образования, Московский Центр качества образования, Дальневосточный федеральный университет и другие. Осуществляются научные исследования использования информационных технологий в образовании и обучении.

Так, например, разработкой российского ПО занимается московская компания VR Сопсерт и томская компания Unigine. Пионерами в области использования иммерсивных подходов в целях обучения были машиностроительные институты. Образовательные курсы для крупных промышленных компаний с использованием VR-технологий и технологий дополненной реальности разрабатывает российская компания Itorum, корпорация ОАК разрабатывает VR-тренажеры для подготовки авиационных техников; Центр научно-технических услуг «Динамика» холдинга «Технодинамика» Ростеха внедряет виртуальную реальность в обучающие процессы и другие.

Доказанная эффективность иммерсивного обучения на основе технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности обусловлена целым рядом особенностей такого обучения, которые обобщены ниже [1; 2].

А именно, иммерсивное обучение:

- это естественный способ обучения, обеспечивающий высокий уровень погружения, в рамках которого происходит активирование сразу нескольких отделов головного мозга, что повышает результат образовательного процесса, а сенсорное обучение обеспечивает связь обучающихся с материалом изучения;
- содействует сглаживанию неравенств в обучающей среде и ресурсах, а также сглаживанию различий в индивидуальных стилях и особенностях обучения за счет индивидуализации обучения и встроенного механизма обратной связи с преподавателем;
- позволяет представить новое содержание в увлекательной форме;
- создает условия для развития осознанности и саморефлексии непосредственно в момент и после совершения ошибок;
- позволяет обеспечить взаимодействие и сотрудничество обучающихся в различных географических регионах, что очень важно в российском контексте, где образовательные организации могут находиться в весьма удаленных регионах, при этом в некоторых регионах могут отсутствовать современные производства, где обучающиеся могли бы осваивать требуемые ФГОС компетенции;
- способствует снятию социальных барьеров, поскольку иммерсивные платформы допускают различные типы взаимодействия между всеми субъектами, способствующие формированию сообщества;
- способствует устранению монотонности и поддержанию мотивации и эмоциональной, интеллектуальной и этической вовлеченности обучающихся, что препятствует отвлечению от изучения материала [8];

- обеспечивает лучшее усвоение материала, в том числе и благодаря возможности воспроизведения любых абстрактных задач для их лучшего понимания и обогащения обучающихся комплексным чувственным познавательным опытом, необходимым для полного овладения абстрактными понятиями;

- содействует формированию личностной самоидентификации обучающихся, так как многие платформы позволяют кастомизировать или создавать своего цифрового аватара, что не только создает больше связей с реальностью, но и позволяет обучающимся уверенней себя чувствовать;

- обеспечивает возможность моделирования реального опыта в безопасной среде, что важно при работе с опасными веществами, проведении сложных операций и т.д.

Необходимо подчеркнуть, что, для того чтобы иммерсивное обучение соответствовало перечисленным выше характеристикам, которые можно рассматривать как критерии обеспечения качества иммерсивного обучения, оно должно быть идеально спланировано и структурировано. Поэтому нельзя утверждать, что в процессе обучения нет спланированного сценария и что основа – импровизация. Скорее – иммерсивные технологии предоставляют возможность полностью контролировать и изменять сценарий событий, адаптируя его к особенностям обучающихся.

Важно отдельно подчеркнуть, что эффективное иммерсивное обучение предполагает использование содержания, имеющего смысл для обучающихся, то есть – требуется очень тщательный отбор содержания и его структурирование для обеспечения «точек вовлеченности». Это не просто перенос программы в виртуальное пространство или замена текста на видео или виртуальную реальность – это такие параметры, как встроенная обратная связь, интерактивность, экспериментирование и сотрудничество.

При всех достоинствах иммерсивного обучения, его проектирование и реализация сопряжены с проблемами и рисками. К проблемам относится труднодоступность оборудования и невозможность его работы без специалистов, которых нужно готовить. На настоящий момент рынок испытывает нехватку достаточного количества квалифицированных специалистов, способных внедрять и обслуживать профессиональные системы иммерсивного обучения. Еще одна проблема – приобретение качественного контента, а разработка контента на заказ пока довольно дорогая.

Ну а главное препятствие – это высокая стоимость решений и технологий при отсутствии четкой корреляции с экономической эффективностью, технические ограничения и высокая сложность внедрения VR-технологий [4].

К рискам часто относят виртуализацию сознания обучающихся. Но здесь можно возразить, что все зависит от качества и проработанности программ с учетом тех характеристик, которые были указаны выше и которые могут использоваться как критерии обеспечения качества программ.

Другие риски связаны со здоровьем. Над этим вопросом сейчас активно работают российские ученые, что выражается, в том числе – в разработке единых санитарных правил использования VR-очков.

Таким, образом выявлено, что социально-методический проект иммерсивного обучения в рамках акторно-сетевой теории основывается на сетевом взаимодействии различных категорий акторов, задействованных в проектировании, производстве и использовании современных цифровых технологий.

Иммерсивное обучение базируется на возможностях технологий смешанной, дополненной и виртуальной реальности, которые являются системными принадлежностями четвертой промышленной революции. При этом нельзя недооценивать вклад в иммерсивное обучение таких традиционных средств обучения или модальностей, как видео, аудио, анимация, интерактивные задания, ролевые игры, геймификация.

Иммерсивное обучение, при правильном использовании, способно совершить революцию в мире образования и обучения, поскольку оно делает процесс обучения более наглядным и зрелищным, что обеспечивает эмоциональную вовлеченность обучающихся и их целенаправленное погружение в процесс обучения, индивидуализацию обучения, а также позволяет существенно экономить ресурсы, объединяя в процессе обучения обучающихся из различных регионов, поскольку иммерсивные платформы

допускают различные типы взаимодействия между всеми субъектами, способствующие формированию сообщества [16].

Следовательно, выгоды от использования иммерсивного обучения охватывают эффективность обучения за счет погружения в контекст обучения и освоения требуемых компетенций, в том числе и в области поведения в чрезвычайных ситуациях без рисков жизни и здоровью, индивидуализацию, возможности социализации, вовлеченность и мотивацию и т.д. Следует особо подчеркнуть важность теоретических исследований в области иммерсивного обучения. Требуют проработки вопросы сочетания иммерсивных технологий с традиционными образовательными методами, такими как игры, видео, обсуждения, технологии переформатирования традиционных вебинаров в иммерсивный формат и т.д.

Список литературы:

1. Богомолова Н. Иммерсивность – новый взгляд на дизайн учебных программ / Н. Богомолова // Отраслевой интернет-журнал «hr-elearning.ru» от 27.09.2023. – URL : <https://hr-elearning.ru/immersivnost-yeto-novyy-vzglyad-na-dizain-uchebnyh-programm>
2. Бутов Р.А. Технологии виртуальной и дополненной реальности для образования / Р.А. Бутов, И.С. Григорьев // Электронный журнал «Про_ДОД» от 04.10.2023. – URL : <https://prodod.moscow/archives/6428>
3. Где используют VR: от детского образования до промышленной безопасности. Электронное издание об образовании, профессиональном и карьерном росте «медиа Нетологии» от 09.10.2023. – URL : <https://netology.ru/blog/12-2019-vr-in-business>
4. Энсис Э.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Э.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар, КВВАУЛ, 2020. – 194 с.
5. 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, КВВАУЛ, 2019. – С.178.
6. Колесников В.П. Разработка научно-практических и учебно-методических принципов (положений) качественного повышения обучения курсантов-летчиков в вузах МО РФ : монография // В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов; КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 122 с.
7. Медведев Ю.С. Программа формирования индивидуального плана преподавательского состава кафедры и итоговых таблиц по распределению объема рабочего времени по видам деятельности на учебный год / Ю.С. Медведев, М.В. Змиёва, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020618003. – 2020.
8. Медведев Ю.С. База данных лекционного курса по дисциплине «Информатика» для специальности 25.05.04 / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621304. – 2021.
9. Медведев Ю.С. База данных факультета по учёту контингента обучающихся / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621842. – 2022.
10. Программа для управления вращением солнечной батареи в направлении положения солнца / Ю.С. Медведев, А.В. Еськов, В.В. Терехов, В.А. Турчин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022619678. – 2022.

УДК 314

РОЛЬ ТВОРЧЕСТВА В СТАНОВЛЕНИИ ПАТРИОТИЗМА



THE ROLE OF CREATIVITY IN THE FORMATION OF PATRIOTISM

Бугреев С.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
sbug61@mail.ru

Букаткин Р.Н.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
pcls@bk.ru

Статкевич А.Н.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
anss2@rambler.ru

Гулямов А.С.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье проанализированы и рассмотрены методы воспитания патриотизма посредством изучения и приобщения к богатому миру Русского изобразительного искусства. Актуальность проблемы в связи с запросом общества на грамотных и патриотичных защитников Отечества в свете актуальной напряжённой международной обстановки.

Ключевые слова: картины, война, героизм, студия имени М.Б. Грекова.

Bugreev S.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
sbug61@mail.ru

Bukatkin R.N.

PhD in Technical Science,
Krasnodar Higher Military Flight School
pcls@bk.ru

Stankevich A.N.

PhD in Technical Science,
Krasnodar Higher Military Flight School
anss2@rambler.ru

Guljamov A.S.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article analyzes and discusses the abdication methods of abdication of patriotism through the study and familiarization with the rich Russian fine arts world. The relevans of the problem is connected with the social demand for patriotic Motherland defenders regarding the current tense international situation.

Keywords: paintings, war, heroism, studio named after M.B. Grekov.

С.Н. Трошин «Воздушный бой» [1]



Каждый взрослеющий человек, от школьника до курсанта, ищет свой путь в жизни. И этапы этих поисков отражаются и запоминаются. Если это поделки, рисунки, то они памятные, поучительные и бесценные для автора. Они дают практику работы с материалами и инструментами, дают понимание того, что чтобы научиться, нужно долго и

много стараться. Это и есть решающий фактор становления личности в обществе как творца и активного созидателя, пробуждающий интерес окружающих к себе. С детства мы восторгались картинами художников на военную тему. Ведь язык изобразительного искусства самый доступный и понятный для любого возраста.

И наша школа изобразительного искусства дала нам замечательных мастеров, талантливых художников! В качестве примера возьмём художников – В.В. Верещагина и А.А. Дейнека, мастеров Студии военных художников им. М.Б. Грекова – Н.Н. Жукова, В.С. Клемашина, А.М. Самсонова и М.И. Самсонова. Если творчество В.В. Верещагина приходится на эпоху дореволюционной России, то творчество остальных относится к послереволюционному становлению молодого советского государства, его трудовой и военной славы. Это и победа над фашизмом, и воспевание трудового энтузиазма, любви к Родине и стремлению к прекрасному. Потомки будут изучать нашу эпоху не только по газетным публикациям, документальным фильмам и фотографиям, но и по картинам художников. Точно так же мы сейчас пытаемся понять ушедшие века по полотнам. (Журнал «Воин России» от 2021 г. № 3. С. 193. (Игорь Донцов) [2].

Исторические полотна Василия Васильевича Верещагина (1842–1904 г.) всегда поражали своим мастерством отделки в изображении мельчайших деталей обмундирования и оружия ушедших в историю армий, как и поражали масштабом и грандиозностью величайших сражений. Десятки и сотни картин, целая эпопея славных боевых походов и сражений. Только тот мог создать такие картины, кто был в гуще военных событий, кто лично знал славных полководцев и солдат-героев, был одним из них. Василий Васильевич Верещагин был таким. Средствами живописи он сказал о войне так правдиво и сильно, что его творчество коренным образом изменило прежние представления о возможностях и назначении батального жанра. Художник был участником трёх войн – в Средней Азии, на Балканах и на Дальнем Востоке.

В Самарканде одна из пуль сорвала с его головы шляпу, другая расщепила ствол ружья на уровне груди; на Дунае турецкая пуля пробила насквозь правое бедро и принесла Верещагину тяжкие страдания. Третья война, русско-японская, отняла у художника жизнь.

Он понимал грозящую опасность. Но, верный своим художническим принципам, хотел видеть войну воочию, в её беспощадных схватках, в которых гибли тысячи людей, судьбу которых он готов был разделить [3, с. 7]. Творческая одержимость, владевшая художником, требовала огромного нервного напряжения у мольберта при любом сюжете. Он работал до полного изнеможения. Да и путешествия никогда не были лёгкой и приятной прогулкой. Верещагин рассматривал их как школу познания, как средство художественного освоения неисчерпаемого разнообразия мира. Альбом, карандаш, этюдник стали спутниками художника при любых обстоятельствах, при самых разных условиях. А условия он предпочитал чрезвычайные, сюжеты – ещё не освоенные и порой казавшиеся другим недоступными. А.К. Лебедев, А.В. Солодовников «В.В. Верещагин» [3, с. 67].

В.В. Верещагин «Нападают врасплох» 1871 г. [4]



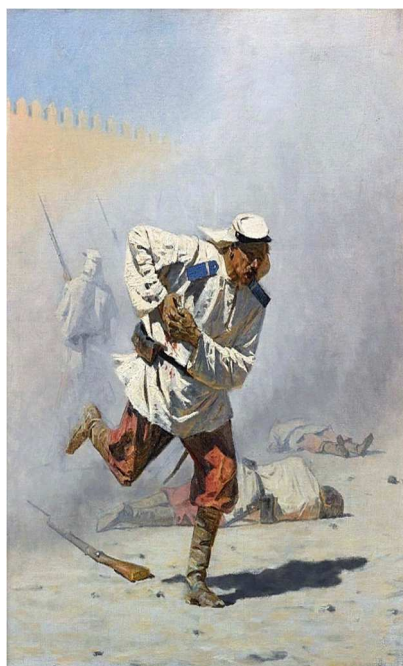
В.В. Верещагин «Парламентёры. Сдавайся! – Убирайся к чёрту!» 1873 г. [5]



В.В. Верещагин «Скобелев под Плевной. Шипка — Шейново» [6]



В.В. Верещагин «Смертельно раненный» 1873 г. [7]



Страдания и боль – вся палитра страданий жгуче и неистово выражена на лице русского солдата. Очень живая экспрессия, динамика движения, поднятая сражением пыль...

Мы слышим выстрелы, улюлюкание и визгливые выкрики врагов, стоны и топот ног, грохот разрывов. Мы слышим запахи крови, порохового дыма, пота, кожаной амуниции, пыльного азиатского зноя. И, как будто находясь там, мы ещё не знаем кто кого победит. Но, видя в дыму не дрогнувшие боевые порядки, мы верим в победу русских. Кто представлял картины войны именно такими? стыдно стало «Обществу» видеть, каково приходится солдату защищать и отстаивать Россию на её рубежах! Это было как выстрел в лицо благодушной светской сытой общественности того времени. От созерцания картин зрители привыкли получать удовольствие. Красивые натюрморты и пейзажи, очаровывающая своей красотой натура. И вдруг вот вам! Это было открытие в живописи, это был шок. Показать такую Правду в то время было героизмом. Художник Василий Васильевич Верещагин наперекор людскому ропоту и трудностям походной жизни упорно собирал материал для новых и новых картин в боевых походах и экспедициях.

Вот свидетельства героизма Василия Васильевича Верещагина в Туркестане. ... «В течении семи суток сражался Верещагин в рядах защитников крепости как простой солдат». ... «Художник так описал один из драматических эпизодов обороны крепости... – надобно было посмотреть через стену, где неприятель и что он делает. Офицеры посылали нескольких солдат, но те отнекивались, один толкал вперёд другого – смерть почти верная. «Постойте, я учился гимнастике». И прежде, чем Назаров (полковник, «человек дерзкой отваги»-по тексту) успел закричать: «Что вы, Василий Васильевич, перестаньте, не делайте этого», – я уже был высоко. «Сойдите, сойдите, – шептал Назаров, но я не сошёл, стыдно было, хотя, признаюсь, и жутко.

Стою там, согнувшись под самым гребнем, да и думаю: «Как же это, однако, перегнись туда, ведь убьют!» думал, думал – все эти думы в такие минуты быстро пробегают в голове, в одну-две секунды, – да и выпрямился во весь рост! Передо мной открылась у стен и между саклями страшная масса народа и в стороне кучка в больших чалмах, должно быть на совещании. Всё это подняло головы и в первую минуту точно замерло от удивления, что и спасло меня: когда уже опомнились и заревели: «Мана! мана!», т.е. вот, вот! – я уже успел спрятаться – десятки пуль вцепились в стену над этим местом, аж пыль пошла. ... В своём непредставительном гражданском костюме – сером пальто нараспашку, серой пуховой шапке, с револьвером в руке бесстрашный художник обратился к солдатам с возгласом: «Братцы, за мной!» – и бросился на неприятельскую толпу. Дерзкий порыв Верещагина увлёк солдат, и те устремились за ним. Противник отошёл» [8] (с. 66–67).

А это уже в русско-турецкой войне, в освобождении Балкан. ... «Третий штурм Плевны оказался безрезультатным. Эта неудача произвела на художника тяжёлое, удручающее впечатление. К этому прибавилось и личное горе. Верещагин получил известие о гибели брата Сергея и о ранении другого брата, Александра. Оба отправились в действующую армию по настоятельным советам Василия Васильевича и сражались где-то по соседству. [8] (с. 163).

Участвовал художник и в русско-турецкой войне. Видел, как Россия спасала балканские народы от турецкого ига. Он писал Стасову: «...Отовсюду бегут болгары с просьбой защиты... У меня целовали руки с крестным знаменем, как у Иверской... (Иверская икона Божией Матери). ... Женщины и старики крестились и плакали с самыми искренними приветствиями и пожеланиями...» [8] (с. 166–167).

Такой очередной эпизод, показывающий бесстрашие и трудолюбие художника: «... Буквально живого места нет – где ни остановишься порисовать, всюду сыплются свинцовые гостинцы. ...Только принялся рисовать, ... как с грохотом граната в крышу! Обдало пылью, однако думаю, врётся – дорисую. Через две минуты новая граната – и меня, и палитру с красками совсем засыпало черепицею и землёю ...».

«В середине 1879 года проходила выставка верещагинских картин в Лондоне, а в конце того же года – в Париже. Обе выставки, на которых экспонировались многие полотна индийской и балканской серий, имели огромный успех. Критика оценивала Верещагина как одного из ведущих европейских художников. ... На петербургскую выставку художник возлагал большие надежды. ...Реакционные силы всячески препят-

ствовали организации выставки. Всё же она открылась в феврале 1880 года и продолжалась более месяца. Она принесла художнику ещё больший триумф, чем туркестанская выставка 1874 года. ...Стасов: «Впечатление, произведённое верещагинской выставкой в Петербурге, было громадно. ...Восторг и удивление были всеобщими. Все классы общества, в том числе крестьяне и солдаты, в значительных массах, перебивали на этой выставке – давка была страшная» [8] (с. 189). В этих свидетельствах мы видим, каких трудов стоили художнику выставки картин и отражение нападок недоброжелателей. Англичане были в бешенстве от вскрытой художником правды насилия и зверств, что они чинили при колониальном господстве. Подавление восстания сипаев в Индии, их изуверская казнь отражена в одноимённой картине. Англия сделала всё, чтоб заполучить себе, скрыть, уничтожить Картину как свидетельство. В борьбе за правду Василий Васильевич подорвал своё здоровье. Можно сказать, жизнь свою Верещагин положил на алтарь Русского искусства, и сам как герой прославил героизм. Ни до него, ни после, – никто так не показал правду о войне изнутри.

Все картины Василия Васильевича Верещагина составляют золотой фонд русской и мировой батальной живописи. Это наша гордость.

Огромной по своей значимости для нас, для страны, является такое творческое объединение как Студия военных художников имени М.Б. Грекова. Студию имени М.Б. Грекова и Российское военно-историческое общество связывают годы дружбы их объединяет общая идея воспитания граждан России, в том числе подрастающего поколения, в духе преданности и беззаветного служения Родине, уважения к защитникам Отечества и Вооруженным силам Российской Федерации. В 1938 году приказом командующего Московским военным округом С.М. Будённым изомастерская была переименована в Студию военных художников имени М.Б. Грекова. С началом Великой Отечественной войны многие грековцы ушли на фронт вместе с маршевыми ротами. Всю войну художники Студии имени М.Б. Грекова находясь в действующей армии, продолжали фиксировать все увиденное и пережитое, что позволило достоверно и убедительно передать в дальнейшем живое дыхание грозного лихолетья. Плакаты грековцев «Отстоим Москву!» художников Н.Н. Жукова и В.С. Климашина, «Дойдём до Берлина!», «Дошли! Красной Армии Слава!» художника Л.Ф. Голованова стали символом военного времени. Финальным аккордом войны для Студии было участие художественного руководителя студии, замечательного художника-графика Н.Н. Жукова в работе Нюрнбергского трибунала. Результатом этой командировки стала серия из более, чем двухсот рисунков этого исторического события. Во времена Советского Союза творческая деятельность студии была отмечена государственными наградами: орденом Трудового Красного Знамени и орденом Красной Звезды. Художники Студии свято хранят традиции, заложенные старшим поколением грековцев. Богатейший материал для новых произведений мастеров даёт их личное присутствие в войсках, на армейских учениях и в «горячих» точках. Журнал «Воин России» от 2021 г. № 4. С. 194 [9].

М.Б. Греков. Красноармейская тачанка. Выезд на позиции. 1933 г. [10]



А.М. Самсонов, М.И. Самсонов.
Диорама «Сталинградская битва. Соединение фронтов» [11]



Кривоногов П.А. Победа. 1948 г. [12]



Среди наиболее значительных современных работ Студии -это комплекс диорам в Центральном музее Великой Отечественной войны на Поклонной горе, росписи Храма Христа Спасителя в Москве, диорама «Стояние на Угре» во Владимирском скиту Свято-Тихоновой пустыни в Калужской области, скульптурные композиции «Первая мировая война 1914–1918 годов» и «Победа в Великой отечественной войне 1941–1945 годов», установленные на Фрунзенской набережной в Москве. География работ художников Студии включает в себя множество проектов – это мемориальная композиция «Героям Ладоги – дороги жизни», в Санкт-Петербурге (автор Л.А. Семикопенко), мемориальный комплекс воинам 2-ой ударной армии «Погибшим при защите Отечества» на трассе М 11 (автор М.М. Малашенко), это памятник «Герою танкисту» в Казани (автор Д.В. Клавсуц) и памятник «Борец с терроризмом» в парке «Патриот» (автор Л.А. Семикопенко), скульптурные композиции по мотивам фильмов «Офицеры» и «Они сражались за Родину» перед фасадом здания Министерства обороны Российской Федерации в Москве (автор А.И. Игнатов).

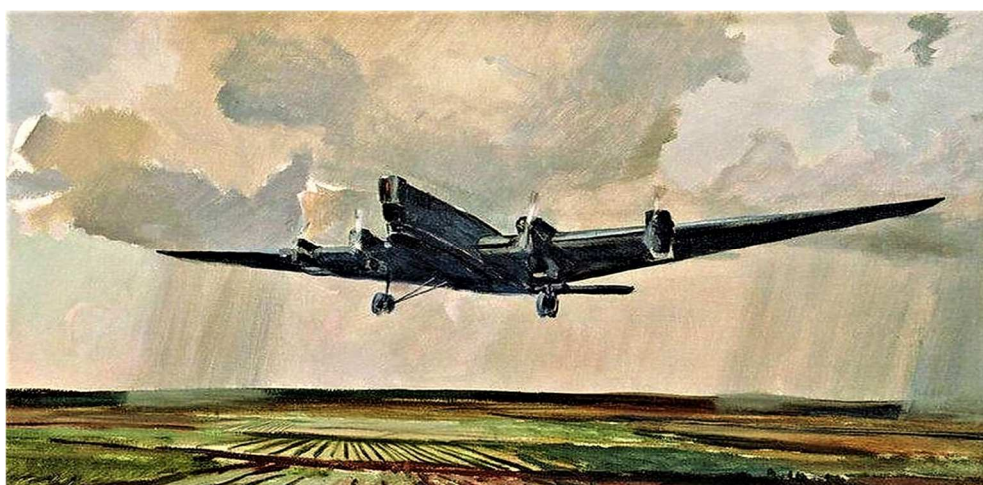
Творчество художников Студии востребовано не только у нас в стране, но и за рубежом: памятник-ансамбль «Воинам Советской Армии, погибшим в боях с фашизмом» Е.В. Вучетича (Трептов-парк, Берлин), одна из крупнейших панорам в Европе «Плевенская эпопея» творческого коллектива под руководством Н.В. Овечкина (г. Плевна, Болгария). Все эти скульптурные и панорамно-диорамные комплексы, созданные художниками за рубежом, принесли Студии мировую известность. Сегодня в прославленном коллективе Студии трудится более 30-ти художников. Проекты, осу-

ществляемые студийцами, не перестают восхищать и радовать зрителей высоким профессионализмом и эстетическим совершенством. Журнал «Воин России» от 2021 г. № 4.

Также большое значение в нашей батальной живописи занимает такой выдающийся художник, как Александр Дейнека – это целая эпоха в истории советской художественной культуры. Неистовый жар славной революционной поры, суровая героика гражданской и Великой Отечественной войн, беззаветный энтузиазм первых пятилеток, уверенная поступь коммунистического строительства – всё это нашло воплощение в ярких незабываемых образах, созданных Александром Дейнекой (с. 5) [14].

Спорт был одним из самых сильных впечатлений его молодости. Его достижения в некоторых видах спорта являлись гордостью Художественных мастерских. Эта любовь к спорту, физическому здоровью вдохновляла Дейнеку на создание серии великолепных полотен, монументальных росписей, мозаик и скульптур (с. 13) [14].

А. Дейнека «Бомбовоз» (1932) [15]



Обладая редкой изобразительной памятью, острым видением природы, Дейнека познавал сущность явлений и предметов в их видимой закономерной стройности, раскрывал внутренний мир героя через формы его зримого облика (с. 14) [14].

Дейнека обратился к авиации, ярко символизирующей достижения советской индустрии, окружённой ореолом романтики. Полёты на самолётах открыли перед художником новые возможности художественного видения, захватили его воображение неожиданными ракурсами, в которых воспринимались земля и небо. Высота, скорость, крутой вираж ломали привычные представления о перспективе, горизонте, соотношении верха и низа, позволяли единым взглядом охватывать огромное пространство. За «Гражданской авиацией» последовала целая серия превосходных работ на авиационную тему: «Бомбовоз» (1932), «Парашютист над морем» (1934), «Краснокрылый гигант» (1937), «Над бескрайними просторами» (1937), с впечатляющей эпичностью передающих могучее дыхание вольных просторов Родины, торжество воли, упорства, смелости советских авиаторов (с. 21) [14].

Свою жизнь художник считал неотделимой от жизни Родины. Она раскрывала перед ним стороны прекрасного, показывала себя в развороте событий. Он радовался её достижениям, гордился деяниями её сынов, в ней он черпал всё для своего творчества. И когда для Родины наступил грозный час испытаний огнём, он, как и все советские люди, почувствовал гражданскую ответственность за её судьбу перед лицом фашистской агрессии. Произведения, создаваемые художником в этот период, заключают в себе огромное, организующее волю и душу людей начало, дышат страстным патриотизмом, мобилизуют на борьбу с врагом (с. 44) [14].

Жестокой зимой 1942 года, вернувшись с фронта из-под Юхнова, Дейнека приступает к созданию «Обороны Севастополя» (1942). Это едва ли не лучшее в истории советской живописи батальное полотно принесло заслуженную славу автору (с. 46) [14].

А. Дейнека «Оборона Севастополя» (1942) [16]



...сегодня, в условиях глобализации и большого потока информации, усилилось давление Запада на российскую молодёжь, насаждение и навязывание чуждых ей ценностей и западных образцов. Происходит дегероизация советского периода, ставятся под сомнение героические подвиги и примеры самопожертвования людей в годы Великой Отечественной войны, всячески замалчивается усердный труд миллионов людей в мирное время. Всё чаще сознательно понижается решающая роль Советского Союза в победе над фашизмом во 2-й Мировой войне. Всё чаще можно услышать о том, что победу над гитлеровской Германией преимущественно одержали союзники, особенно США.

Вследствие чего, у граждан России складывается ложное представление о прошлом нашего российского государства. Именно незнание истории своей Родины в большей мере способствует развитию чувства антипатриотизма ... Можно много говорить о советских героях, на которых равнялось не одно поколение. Но сейчас мы намного ушли вперёд, настолько, что в памяти уже не так ярко возникают образы героев, что всё меньше возникают те горячие чувства от упоминания этих людей. И здесь, как было всегда, на помощь нам приходит наше великое Русское искусство как неотъемлемая часть Нашей души, Нашей героической истории [7]. Время меняет облик нашей жизни, но принципы остаются неизменными: наши вероятные и реальные противники понимают только силу, в том числе и ту, которая останется запечатленной для истории на картинах художников-грековцев двадцать первого века- пишет автор статей Игорь Донцов [8].

Список литературы:

1. Трошин С.Н. «Воздушный бой». – URL : gallery.ru
2. Журнал «Воин России». – 2021. – № 3. – С. 193.
3. Лебедев А.К. «В.В. Верещагин» / А.К Лебедев, А.В. Солодовников. – М. : «Искусство», 1988.
4. Верещагин В.В. «Нападают врасплох» 1871 г. А.К Лебедев, А.В. Солодовников: «В.В. Верещагин»; М., «Искусство» 1988г.
5. «Парламентёры. Сдавайся! – Убирайся к чёрту!» 1873 г. – URL : gallery.ru
6. Верещагин В.В. «Скобелев под Плевной. Шипка - Шейново». А.К. Лебедев, А.В. Солодовников: «В.В. Верещагин». – М. : «Искусство», 1988.
7. Верещагин В.В. «Смертельно раненный» 1873 г. А.К Лебедев, А.В. Солодовников. «В.В. Верещагин». – М. : «Искусство», 1988.
8. Демин Л.М. «С мольбертом по земному шару: Мир глазами В.В. Верещагина». – М. : Мысль, 1991.
9. Журнал «Воин России». – 2021. – № 4. – С. 194.
10. Греков М.Б. Красноармейская тачанка. Выезд на позиции. 1933 г. А.К Лебедев, А.В. Солодовников.

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ
В ВОЕННОМ ВУЗЕ



ORGANIZATION OF INDEPENDENT TRAINING OF CADETS
IN A MILITARY UNIVERSITY

Патоков Б.Б.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Шахрай Е.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Исаев Г.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Романенко Т.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Авторами статьи проанализирована возможность развития самостоятельной подготовки курсантов с опорой на их профессионально-личностный потенциал за счет правильного планирования и организации с инновационных позиций современности. Предлагаются методические рекомендации по планированию и организации самостоятельной работы курсантов в инфокоммуникационной профессионально-образовательной среде военных вузов. Авторами статьи предлагаются виды заданий, формы, методы и этапы их выполнения, критерии оценки результатов самостоятельной деятельности курсантов и показатели сформированности профессионально-личностных компетенций учитывают индивидуальные особенности курсантов.

Ключевые слова: самостоятельная подготовка курсантов, профессионально-личностных компетенций, самостоятельная работа, самостоятельная деятельность, военная научная работа, планирование, индивидуальный план.

Patokov B.B.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Shakhray E.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Isaev G.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Romanenko T.M.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The authors of the article analyzed the possibility of developing independent training of cadets based on their professional and personal potential due to proper planning and organization from the innovative positions of modernity. Methodological recommendations on planning and organizing independent work of cadets in the infocommunication professional and educational environment of military universities are offered. The authors of the article propose the types of tasks, forms, methods and stages of their implementation, criteria for evaluating the results of independent activity of cadets and indicators of the formation of professional and personal competencies take into account the individual characteristics of cadets.

Keywords: independent training of cadets, professional and personal competencies, independent work, independent activity, military scientific work, planning, individual plan.

Современное состояние сфер жизнедеятельности человека и государства требует подготовки высококвалифицированных кадров, обладающих определенной совокупностью профессиональных компетенций. В рамках компетентностной парадигмы образования в России в настоящее время Министерство обороны актуализирует задачу по развитию знаний, умений и навыков будущих военных специалистов до уровня профессионально-личностных компетенций (ПФЛК), в основе которых лежит личностный потенциал курсантов военных вузов. Реформирование военного образования по пути его цифровизации требует глубокого переосмысления известных задач в условиях дальнейшего углубления информатизации общества [1, 2]. В подготовке профессиональных военных кадров важным остается понимание стратегии опережающей профессионально-личностной подготовки курсантов военных вузов.

Формирование и дальнейшее развитие ПФЛК будущих военных специалистов в условиях цифровизации предполагает решение следующих проблем в военном вузе:

- 1) формирование инфокоммуникационной профессионально-образовательной среды (ИФПОС) в качестве информационного базиса;
- 2) оснащение качественным программным обеспечением информационных систем открытого и закрытого типа для доступа как к внутренним, так и внешним образовательным ресурсам, включая и базы знаний гражданских образовательных учреждений;
- 3) создание инновационных баз знаний соответствующего образовательного профиля военно-профессиональной направленности;
- 4) разработка инновационных проектов учебных инструментов на базе адаптивных автоматизированных обучающих систем (АОС), электронных учебников и учебных пособий, онлайн-курсов;
- 5) внедрение инновационных технологий обучения в организацию аудиторных занятий, самостоятельной работы (СР) и самостоятельной деятельности (СД) с опорой на развитие профессионально-личностного потенциала переменного состава (курсантов, слушателей, адъюнктов) путем проектирования вариативных индивидуальных образовательных траекторий, гарантирующих требуемый уровень ПФЛК;
- 6) обеспечение переменного состава вычислительными системами коллективного и персонального использования с выходом в образовательные среды.

Одна из особенностей Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, включая и варианты стандартов третьего поколения, состоит в том, что такой вид учебной работы как самостоятельная деятельность не прописан, а следовательно, методическая и организационная составляющие определяются творчеством ученых советов вузов. На наш взгляд, именно самостоятельная подготовка курсанта (СПК) обладает достаточной эффективностью и вносит существенный вклад в формирование ПФЛК. Ежегодные отзывы на выпускников военных вузов из войск показывают положительную динамику роста уровня качества подготовки военных специалистов. Однако уровень ПФЛК таких специалистов по уровню умений и особенно навыков требует от военных вузов дальнейшей научной и методической проработки СПК с инновационных позиций.

Методика исследования СПК в условиях цифровизации военного образования базируется на анализе материала, получаемого в процессе инновационной исследовательской деятельности переменного состава. Данный подход позволяет акцентировать личностный потенциал курсантов при достижении значимых уровней ПФЛК. СПК такого плана позволяет реализовать следующие цели:

- 1) систематизацию, закрепление и углубление теоретических знаний, профессиональных практических умений и навыков, приобретенных в учебном процессе;
- 2) формирование умений планировать предстоящую/будущую деятельность с учетом личной мотивации, грамотного использования основной и дополнительной литературы, базы знаний по профилю профессиональной подготовки; развитие познавательных способностей, творческой активности и инициативы, личной ответственности и организованности;
- 3) формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию, самореализации, самоорганизации;
- 4) формирование совокупности механизмов саморегуляции, развития умений и навыков в рамках реализуемой инновационной исследовательской деятельности;
- 5) формирование самообразовательной компетентности и ПФЛК.

Опираясь на материалы опыта организации военно-научной работы (ВНР) переменного состава в военно-воздушной вуза, планирование и организация СПК в военном вузе в методическом плане могут быть реализованы следующим образом. СПК является внеаудиторным видом занятия и должна осуществляться в рамках тематического планирования ВНР курсантов преподавательским составом кафедры. Личную СПК рекомендуется осуществлять в рамках индивидуального плана работы, разрабатываемого опосредованно преподавателем при мотивированном личном участии курсанта. На младших курсах обучения СПК реализуется при доминирующем руководстве преподавателя, а на старших курсах – при опосредованном руководстве преподавателя или без его непосредственного участия.

Преподаватель самостоятельно планирует индивидуальный объем внеаудиторной СПК, как в целом по выполнению индивидуального плана, так и по выполнению его отдельных заданий, исходя из объема времени, отведенного на внеаудиторную СР. Календарное планирование СПК в военном вузе осуществляется с учетом календарного плана ВНР. Кафедральный тематический план СПК утверждается начальником (заведующим) кафедрой и принимается к исполнению преподавательским составом. Тематический план СПК под руководством преподавателя уточняет формы личной и совместной деятельности курсанта и преподавателя на учебный год, рубежи промежуточного и итогового контроля. Индивидуальный план СПК конкретизирует формы, методы и способы реализации выбранной научной тематики, а также виды и сроки отчетности в рамках учебного года.

Распределение объема времени на СПК не регламентируется расписанием учебных занятий.

Таблица 1 – Планирование самостоятельной подготовки курсанта

При разработке тематического и индивидуального плана самостоятельной подготовки курсанта определяется		
Общий объем времени, отводимый на самостоятельную деятельность по выбранной тематике в рамках выбранной дисциплины (циклов дисциплин) как разница между максимальным объемом времени, отведенным на СР в целом, и объемом времени, рекомендуемого преподавателем на ее реализацию в рамках учебной дисциплины (циклов дисциплин)	Объем времени, отводимый на самостоятельную деятельность по учебной дисциплине в зависимости от инвариантного уровня освоения курсантом учебного материала	Объем времени, отводимый на самостоятельную деятельность по циклам дисциплин с учетом требований к инвариантному уровню индивидуальной подготовки курсантов, сложности и объема изучаемого материала по дисциплинам, входящим в цикл

Видами заданий для СПК могут быть:

1) для овладения новыми/расширенными знаниями: изучение учебника, первоисточника, дополнительной литературы (твердые и электронные копии); составление структурного плана изучаемого материала; конспектирование ключевых понятий текста; работа со словарями, справочниками, нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование компьютерной техники и электронных баз знаний ИФПОС вуза и др.;

2) для закрепления и систематизации знаний: расширенная работа с первоисточниками; ответы на контрольные вопросы; формулирование проблемных вопросов, составление плана и тезисов ответов; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование и др.); подготовка тезисов и докладов на научном семинаре/конференции (очная и заочная формы докладов, стендовые доклады); подготовка рефератов по научной тематике для участия в различных научных конкурсах (внутривузовских, межвузовских, региональных и др.);

3) для формирования умений и навыков: решение вариантов заданий рационализаторского и изобретательского плана; выполнение расчетно-графических заданий; решение вариативных ситуационных профессиональных заданий; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; разработка инновационных курсовых и дипломных работ/проектов; экспериментально-конструкторская и опытно-экспериментальная деятельность; рефлексивный анализ профессиональных умений и навыков с использованием технических средств обучения и баз знаний ИФПОС вуза и др.

Выполнение видов СПК предполагает прохождение следующих этапов: формулировка целей самостоятельной деятельности; конкретизация познавательной самостоятельной деятельности в рамках выбранной тематики исследования; личная самооценка готовности к самостоятельной деятельности; выбор и конкретизация форм, методов и способов реализации выбранной научной тематики вариативного действия, направленных на достижение поставленной цели путем решения научной или практической задачи; планирование самостоятельной деятельности при выполнении индиви-

дуального задания по видам и срокам отчетности в рамках учебного года: на младших курсах под руководством преподавателя, на старших курсах – самостоятельно при опосредованном содействии руководителя; реализация самоуправления в ходе самостоятельной деятельности: самоконтроль результатов выполнения индивидуального плана на рубежах промежуточного и итогового контроля в рамках учебного года, его корректировка на основе результатов самоконтроля; составление портфолио по итогам самостоятельной деятельности в учебном году.

При выдаче заданий на СПК рекомендуется использовать дифференцированный подход, учитывающий профессионально-личностные характеристики исполнителя. Перед выполнением курсантом внеаудиторной СД на младших курсах преподаватель проводит инструктаж по выполнению индивидуального задания, который включает: цель задания и его содержание; возможные формы, методы и способы реализации выбранной научной тематики; сроки выполнения и ориентировочный объем работы; требования к результатам работы и выдвигаемые критерии, а также виды и рубежи промежуточного и итогового контроля в рамках учебного года. На старших курсах СПК планируется и реализуется с позиций партнерства преподавателя и курсанта. СД может осуществляться индивидуально или малыми группами курсантов в зависимости от поставленной цели, объема, тематики индивидуального задания, уровня его сложности, а также уровня знаний, умений и навыков исполнителей.

Контроль результатов СПК может осуществляться в пределах времени, отведенного на самостоятельную деятельность по данной тематике, и реализовываться в зависимости от личной успешности в письменной, устной или смешанной форме в виде реферата, доклада, научной статьи, рабочих материалов исследовательского характера, а также с представлением макета разрабатываемого изделия, действующего стенда или продукта творческой деятельности курсанта в виде программ для ЭВМ.

В качестве форм и методов контроля СПК могут быть использованы заслушивание на заседаниях военно-научных кружков, семинарских занятиях по индивидуальной и коллективной инновационной тематике, защита творческих работ, оформление рационализаторских предложений и свидетельств на программные продукты для ЭВМ и др.

В качестве критериев оценки результатов СПК следует использовать: уровень и качество освоения теоретического учебного и научного материала; умения и навыки использования теоретических знаний при решении практических/профессиональных задач; краткость, четкость и обоснованность излагаемых ответов и принимаемых решений; умение грамотно и обоснованно доводить научно-практический материал до своих товарищей при реализации различных форм самостоятельной деятельности, формируя и развивая командные навыки; умения и навыки оформления отчетных материалов и представления продукта творческой самостоятельной деятельности в соответствии с требованиями руководящих документов; сформированность общих и профессиональных компетенций продуктивной активности личности на всех этапах обучения.

Показатели сформированности самоконтроля и самооценки в период СПК в ИФПОС целесообразно осуществлять по следующим достигнутым умениям: умение планировать предстоящую/будущую работу; умение адаптировать планы при изменении обстоятельств; умение применять различные формы контроля для достижения объективности результатов; умение инновационно использовать различные виды изображений; умение самостоятельно составлять вариативные системы контрольных заданий.

Положительную динамику мотивационного процесса развития ПФЛК в процессе СПК рекомендуется представлять пятью уровнями.

Таблица 2 – Типы СД

Типы самостоятельной деятельности				
Рефлексивному воспроизведению учебной и научной информации	Самостоятельной деятельности по эталонам/образцам	Реконструктивной, самостоятельной деятельности	Эвристической самостоятельной деятельности	Творческой, исследовательской, самостоятельной деятельности

Уровни дифференцированы путем соотношения воспроизводящих и творческих процессов в СПК. Для этого применим максимальный набор различных инвариантных форм в тематическом индивидуальном задании на самостоятельную деятельность.

Виды заданий для СПК должны учитывать их индивидуальные особенности, отражать специфику профессиональной подготовки курсантов и реализуемые ПФЛК. Поэтому их содержание и степень сложности могут носить как вариантный, так и дифференцированный характер. Для выпускников военных вузов рекомендуются следующие виды формируемых значимых компетенций: ценностно-смысловые, учебно-познавательные, информационные и коммуникативные [4, 5]. В рамках исследования рассматривается научно-исследовательская составляющая ценностно-смысловой компетенции. Апробированные результаты систематизированы для СПК военных вузов и представлены в таблице.

Таким образом, разработанный методический подход делает процесс профессионально-личностного развития курсанта в профессиональном плане будущего военного специалиста максимально мотивированным и творческим, что отражает итоговый результат – формирование значимых ПФЛК. Отзывы из войск на выпускников академии, представляемые по указанию МО России как наиболее объективный показатель качества подготовки кадров, за последние два года показали общий рост ПФЛК офицеров в процессе их становления в среднем на 5–7 %, что является значимым при освоении новых образцов вооружения и военной техники в войсках.

Список литературы:

1. Энсис Э.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Э.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – 194 с.
2. 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 : КВВАУЛ, 2019. – С.178.
3. Колесников В.П. Разработка научно-практических и учебно-методических принципов (положений) качественного повышения обучения курсантов-летчиков в вузах МО РФ : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов; КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 122 с.
4. Медведев Ю.С. Программа формирования индивидуального плана преподавательского состава кафедры и итоговых таблиц по распределению объёма рабочего времени по видам деятельности на учебный год / Ю.С. Медведев, М.В. Змиёва, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020618003. – 2020.
5. Медведев Ю.С. База данных лекционного курса по дисциплине «Информатика» для специальности 25.05.04 / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621304. – 2021.
6. Медведев Ю.С. База данных факультета по учёту контингента обучающихся / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621842. – 2022.
7. Программа для управления вращением солнечной батареи в направлении положения солнца / Ю.С. Медведев, А.В. Еськов, В.В. Терехов, В.А. Турчин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022619678. – 2022.

УДК 355.232.2

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО КУРСА ОБУЧЕНИЯ
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ



APPLICATION OF AN INTERACTIVE TRAINING COURSE
IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Науменко А.А.

кандидат педагогических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
naym23@mail.ru

Земцева И.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность использования и направления развития средств обучения в учебном процессе вуза, обоснованы преимущества цифровых технологий, раскрыта сущность и роль интерактивного курса обучения, в освоении профессиональных компетенций обучающихся, дан анализ интерактивного курса обучения, используемого в программах и подготовке специалиста. Раскрыты потенциальные возможности использования интерактивного курса обучения на различных этапах обучения.

Ключевые слова: интерактивный курс обучения, автоматизированные классы, тренажеры, логические схемы, программирование, обучающий курс.

Naumenko A.A.

PhD in Pedagogical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
naym23@mail.ru

Zemtseva I.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. This article examines the relevance and direction of development of teaching aids in the educational process of a university, substantiates the advantages of digital technologies, reveals the essence and role of an interactive training course in mastering the professional competencies of students, and provides an analysis of the interactive training course used in programs and specialist training. The potential possibilities of using an interactive training course at various stages of training are revealed.

Keywords: interactive training course, automated classes, simulators, logic circuits, programming, training course.

Одним из путей совершенствования процесса приобретения обучающимися знаний, навыков и умений является интерактивный курс обучения. Широкого применения интерактивного курса обучения в настоящее время нет. Отдельные военно-учебные заведения ведут научно-исследовательскую и экспериментальную работу в этой области, но результаты его еще не могут служить основанием для конкретных рекомендаций по широкому внедрению в учебный процесс военно-учебных заведений.

Однако некоторые элементы интерактивного обучения целесообразно внедрять в учебный процесс уже в настоящее время, в частности такие, как автоматизированные классы и отдельные устройства для контроля знаний обучающихся и проведения практических занятий, тренажеры, составление логических схем обучения и другие.

Исходя из этого, в настоящей статье излагаются взгляды на порядок программирования учебного материала, построение учебного процесса и применение обучающих интерактивных курсов.

Интерактивного курса обучение имеет целью активизировать мышление обучающихся и сделать процесс познания более успешным путем создания условий, при которых обучающийся самостоятельно, последовательно и под непрерывным контролем преподавателя изучает дисциплины (осваивает разделы курса) по специально разработанным интерактивным пособиям.

Интерактивный курс обучения предполагает решение двух тесно взаимосвязанных вопросов:

- программирование учебного материала;
- построение учебного процесса при интерактивном обучении.

Программирование учебного материала включает определение содержания обучения, установление системы изложения учебного материала и деление его на порции, способствующие лучшему его усвоению.

Содержание обучения определяется при составлении тематического плана дисциплины, особенности которого в интерактивном обучении вытекают из характера учебного процесса, предполагающего активную и самостоятельную работу обучающихся над учебным материалом.

При составлении тематического плана дисциплины необходимо найти ее структурно-логическую связь с другими дисциплинами курса обучения. Для этого устанавливается, какие знания (как основу) должен иметь обучающийся при прохождении каждой темы дисциплины, чтобы, опираясь на эти знания, самостоятельно осваивать тематику дисциплины. Например, для изучения по курсу авиационное оборудование темы «Электрооборудование» требуются знания математики, физики и электротехники.

Такая логическая связь устанавливается между каждой темой дисциплины и базовыми дисциплинами.

Кроме того, каждая тема курса и содержащийся в ней учебный материал должны подбираться с учетом использования полученных в результате ее изучения знаний для проработки последующих тем данной дисциплины или смежных дисциплин, а также в практической работе.

При такой логической связи тематики дисциплины, с одной стороны, с базовыми дисциплинами, а с другой с потребляемыми из обучения исключается все, что не имеет ценности для данного курса.

Установление системы изложения учебного материала по каждой теме дальнейшая задача программирования. С этой точки зрения, крайне важно, чтобы система изложения учебного материала в темах была логичной и по следовательной, обеспечивающей наилучшую усвояемость. При этом логика изложения материала должна заключаться не только в последовательном усложнении изучаемых тем, но и в такой зависимости их по содержанию, чтобы последующий шаг в обучении имел опору на знания, полученные в предыдущих занятиях или практической работе.

Явления и процессы, происходящие в природе, в практической подготовке не всегда можно изучать в той последовательности, в какой они протекают в реальных условиях и воспринимается человеком. Для интерактивного курса обучения следует найти наиболее целесообразную логику изучения этих процессов и явлений. Так, например, летная подготовка вначале планируется, а затем в соответствии с этим планом осуществляется обучение летного состава полетам.

Порядок изучения этих вопросов в процессе подготовки будет иным. Преподавателю потребуется вначале усвоить методику обучения летного состава и, только опираясь на эти знания, он сможет изучать планирование летной подготовки.

Деление учебного материала на порции информации является заключительным этапом программирования. Идея расчленения учебного материала заключается в том, чтобы создать оптимальные условия для усвоения изучаемых тем.

Тема дисциплины делится на разделы, каждый из которых должен составлять комплекс вопросов, последовательно раскрывающих тему предмета.

Каждый раздел расчленяется на порции информации. Порция информации должна включать минимальный по объему учебный материал, но вместе с тем в ней должна быть законченная мысль или положение. Объем материала в порции информации целесообразно иметь такой, чтобы он легко усваивался и был бы логическим продолжением предыдущих вопросов темы. При таком построении учебного материала одновременно с освоением новых знаний повторяется то, что было изучено ранее. Происходит уточнение, закрепление и углубление знаний.

После изложения порции учебного материала могут быть даны указания о порядке выполнения практических работ или упражнений, если таковые проводятся, с целью закрепления знаний или приобретения навыков. Изучение каждой порции информации заканчивается контрольным вопросом, ответ на который возможен только при условии знания изложенного в ней учебного материала. После контрольного вопроса обучающемуся сообщается правильный ответ на него.

Каждый раздел темы, в свою очередь, должен заканчиваться более сложным контрольным вопросом, со ставленным так, чтобы правильный ответ был невозможен без знания содержания материала раздела.

Однако построение курса и структура каждой темы должны быть таковы, чтобы у обучающегося накапливались не отрывочные сведения по отдельным вопросам, а обобщенные знания по всему изучаемому предмету.

Таким образом, интерактивный курс обучения предполагает установление места каждой дисциплины во всем процессе обучения, последовательно логическое построение тем дисциплины и определение оптимальных порций информации учебного материала с контролем их усвоения обучаемыми в процессе обучения.

Внедрение интерактивного курса обучения окажет положительное влияние на организацию учебного процесса, в результате чего значительно повысится удельный вес самостоятельной работы обучающихся. Однако роль преподавателя в обучении останется ведущей.

Перед изучением темы или раздела курса может потребоваться прочесть лекцию или объяснить обучающимся отдельные положения. Основное назначение лекции будет заключаться в том, чтобы раскрыть сложные понятия и закономерное изучаемой темы, осветить новые и дискуссионные вопросы, которые не изложены в интерактивном курсе обучения и другой литературе. Значительное место при этом займут указания преподавателя по методике самостоятельной работы обучающихся, использованию макета для выполнения практических работ и обучающих программ для самопроверки и консультации.

После уяснения основных положений лекции следует самостоятельная работа обучающихся с интерактивным курсом обучения.

Весь материал изучается отдельно, по порциям. Изучив изложенный в порции материал, обучающийся в соответствии с установленной методикой выполняет практическую работу, если она задана, а затем отвечает на контрольный вопрос по изученному материалу. Ответ формулируется письменно или устно, причем самостоятельно, без использования изученного текста.

Сформулировав ответ, обучающийся проверяет его правильность по интерактивному курсу обучения.

Если ответ правильный, то обучающийся переходит к изучению следующей порции учебного материала, и цикл снова повторяется.

При неверном ответе обучающийся снова возвращается к тексту и изучает его повторно, стараясь отыскать свою ошибку, после чего снова формулирует ответ. Такой порядок целесообразен в случаях, когда материал по содержанию несложен и может быть освоен обучающимся при более внимательном изучении.

Если же материал сложный, то после неверного ответа обучаемому предоставляется консультация преподавателя. Консультация может быть дана в виде разъяснения или путем постановки наводящих вопросов.

После консультации обучающийся снова формулирует ответ на поставленный вопрос или предварительно повторяет изученный материал, а затем уже отвечает.

Усвоив материал всего раздела темы, обучающийся отвечает на более сложный вопрос, обобщающий материал раздела, или решает задачу, которая может быть решена только при условии: знания материала всего раздела. При правильном ответе на вопрос или верном решении задачи, что говорит об усвоении всех вопросов раздела, обучающийся переходит к изучению следующего раздела. Если обучающийся дал неверный ответ или не смог решить задачу, он повторно изучает отдельные вопросы раздела, при необходимости получает консультацию и вновь дает ответ на обобщающий вопрос по разделу или решает задачу. К последующему разделу он переходит только после успешного выполнения этого задания.

После изучения темы целесообразно установить степень точности обучающихся к выполнению упражнений по подготовке симулятора к полету или прохождению очередной темы.

Проверка усвоения пройденной темы может осуществляться преподавателем с помощью обратной связи.

Следует отметить, что в данном случае методика интерактивного курса обучения изложена в самом общем виде. Она может значительно изменяться в зависимости от характера предмета и наличия технических средств, применяемых в обучении.

Обучающие макеты сами по себе не обучают. Они лишь осуществляют контакт между преподавателем, разработавшим интерактивный курс обучения, и обучающимся. Этот контакт позволяет создать условия, близкие к тем, при которых обучающийся получает знания, имея индивидуального преподавателя.

При помощи интерактивного курса обучения между программой обучения и обучающимся взаимный обмен может осуществляться в любой момент учебного процесса. Перед тем как разрешить продолжать обучение дальше, интерактивный курс требует от обучающегося хорошего усвоения пройденного материала. При первой необходимости интерактивный курс обучения может дать консультацию по вопросам, которые трудно усваиваются.

Подтверждая правильность ответа на поставленный вопрос, интерактивный курс стимулирует активность обучающегося в учебном процессе.

Обучающий интерактивный курс по своему назначению способен выдать обучающемуся справки или объяснения по отдельным вопросам темы. Консультация осуществляется воспроизведением звукозаписи, проектированием учебного материала на экран и другими способами. Такой макет может с успехом применяться при подготовке летчиков к полетам.

Обучающий интерактивный курс может быть двух видов: простейшие программы, с помощью которых предлагается 3–5 ответов на поставленный вопрос, из которых обучающийся должен выбрать правильный или оптимальный ответ, и сложные программы, которые требуют от обучающегося развернутого ответа на поставленный вопрос. Если ответ верен, интерактивный курс ставит очередной вопрос, а если нет, то дает наводящий вопрос или консультацию. После повторного ответа в зависимости от его точности интерактивный курс переходит к последующему вопросу или дает более упрощенный наводящий вопрос. При неправильных ответах на несколько наводящих вопросов программа выключается.

Как в первом, так и во втором типах программы, оценка знаний обучающегося осуществляется автоматически и ведется после правильных или неверных ответов на каждый вопрос или на установленное количество вопросов. Такой интерактивный курс обучения мог бы применяться для определения каждым летчиком своей готовности к полету.

Обратная связь от обучающегося к преподавателю занимает в интерактивном курсе обучения важное место. Сущность этого курса заключается в том, что в ходе аудиторных занятий преподаватель может поставить вопрос перед всеми обучающимися и получить персональный ответ одновременно от всех, обучающихся. Ответ обучающихся демонстрируется на мониторе преподавателя.

По ответам обучающихся на мониторе преподаватель видит, как усваивается ими изучаемый материал. Если неправильных ответов много, это говорит о недостатках в изложении изучаемого материала и необходимости его повторного изучения. Если же неправильные ответы дали немногие обучающиеся, то им нужно дать дополнительную консультацию, а с остальной группой можно переходить к проработке последующих вопросов.

Положительными сторонами интерактивного курса обучения является то, что каждый обучающийся осваивает материал со скоростью, на которую он способен. Следовательно, те из них, кто быстрее продвигается в изучении дисциплины, могут получить более глубокие и разносторонние знания. Это способствует дифференциации процесса изучения материала, развивает инициативу обучающихся, повышает их интерес к познанию. Для более способных обучающихся возможно также освоение курса обучения за более короткие сроки.

Интерактивный курс обучения повышает активность обучающихся, так как изучение текста небольшими дозами заставляет обучающегося активно осмысливать изученный текст, стараться формулировать правильные ответы на поставленные вопросы, а также развивает способность к самостоятельному мышлению. Тем самым обучающийся более эффективно подготавливается к практической деятельности.

Интерактивный курс обучения повышает темпы усвоения учебного материала. Данная система требует, чтобы обучающийся немедленно был поставлен в известность о правильности понимания им изучаемых вопросов. Это обеспечивается наличием обратной связи, осуществляемой в виде ответов на каждый из вопросов, поставленных в интерактивных курсах учебного материала. При этом обеспечивается правильное усвоение каждой порции информации. В результате не должна возникнуть необходимость перечисления пройденных тем.

Внедрение интерактивных курсов обучения, улучшая учебный процесс, не приводит к коренным изменениям существующих основ педагогики, и выработанные принципы обучения сохраняют свое значение как основные руководящие положения, т.е. сохраняются установившиеся виды и методы обучения, но удельный вес каждого из них в учебном процессе может измениться. Следует иметь в виду, что интерактивный курс обучения возник из частных методик. Поэтому, прежде чем применять его в той или иной дисциплине, необходимо провести глубокие исследования. Исследованию подлежат обоснование требований к подготовке различных категорий специалистов (летчиков, техников и т.д.), объем и методы оптимального контроля процесса усвоения, определение методов и средств оценки эффективности обучения и другие вопросы.

Список литературы:

1. Ануфриева К.В. Рефлексивная самоидентичность личности как философская проблема / К.В. Ануфриева // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Философия. – 2013. – Вып. 2. – № 24. – С. 34–48.
2. Интерактивность – Словарь-справочник терминов нормативно-технической документации. – URL : https://normative_reference_dictionary.academic.ru
3. Зеленко Н.В. Технологии виртуальной реальности в профессиональном становлении и самоидентификации будущих летчиков / Н.В. Зеленко, А.А. Науменко // Проблемы современного педагогического образования // Сборник научных трудов. – Ялта : РИО ГПА, 2021. – Вып. 71. – Ч. 3. – 400 с; – С. 35–37.
4. Может ли компьютер заменить преподавателя во время обучения? – URL : <https://flyings.guru/blog/avia-sim> (дата обращения 20.11.2019).
5. Эффективность подготовки / М.С. Лагуев, И.Н. Котлов, М.А. Судаков, А.В. Шевченко // Вестник военного образования. – М. : Красная звезда, 2021. – № 1(28). – С. 59–62.
6. Белякова Е.Г. Проблема моделирования процесса формирования профессиональной идентичности студентов-будущих педагогов с позиций ценностно-смыслового подхода / Е.Г. Белякова // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 5. – С. 68–73.
7. Васильев Б.Ю. Возможности учебных дисциплин в формировании морально-волевых качеств у курсантов военного вуза / Б.Ю. Васильев, Н.Г. Милованова // Вестник Нижневартовского государственного университета. – 2016. – № 1. – С. 33–40.

УДК 378.1

**НАГЛЯДНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ КАК СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ
ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ КУРСАНТОВ**



**VISUAL LEARNING AS A MEANS OF MANAGING
THE COGNITIVE ACTIVITY OF CADETS**

Духанин М.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Козак Л.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Dukhanin M.M.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kozak L.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В своей статье авторы рассматривают основные приемы наглядности обучения для управления познавательной деятельностью курсантов. Одним из требований эффективной методики использования наглядности обучения является реализация их дидактических и воспитательных возможностей. Для реализации этих возможностей для обучения авторы статьи используют: изобразительную наглядность, условно-графическую наглядность (таблицы), схемы, динамическую иллюстрацию (анимацию) и 3D-модели.

Ключевые слова: обучение, образовательный процесс, средства обучения, принцип наглядности, иллюстрации, методика обучения, видеофрагменты, 3D-модели.

Abstract. In their article, the authors consider the main methods of visual education for managing the cognitive activity of cadets. One of the requirements of an effective methodology for using visual learning is the realization of their didactic and educational capabilities. To implement these learning opportunities, the authors of the article use: visual visualization, conditional graphical visualization (tables), diagrams, dynamic illustration (animation) and 3D models.

Keywords: teaching, educational process, learning tools, the principle of visibility, illustrations, teaching methods, video clips, 3D models.

Одним из преимуществ электронных средств обучения (ЭСО) является существенное повышение наглядности учебного процесса, осуществляемого с их использованием. Существует достаточно много технологических приемов и решений, способствующих повышению наглядности ЭСО.

Наглядные средства обучения или иллюстративные материалы – это рисунки, схемы, диаграммы, фотографии, мультимедиа и другие графические изображения, поясняющие текст.

Принцип наглядности обучения в современной дидактике – это использование в процессе обучения разнообразных средств наглядного представления соответствующей учебной информации.

Средства наглядности обретают новую функцию – функцию управления познавательной деятельностью курсантов. С их помощью можно подводить курсантов к необходимым обобщениям, учить применять полученные знания.

Таким образом, одним из требований эффективной методики использования иллюстративных средств обучения является реализация их дидактических и воспитательных возможностей.

Использование форм наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами выступают носителями информации, способствует повышению степени мыслительной активности курсантов.

Несмотря на всеобщее признание высокой значимости принципа наглядности обучения, в науке практически отсутствуют теоретические основы создания сценариев педагогически эффективных наглядно-образных представлений для электронных средств обучения. Уникальные возможности человеческого зрения по переработке и распознаванию изображений еще недостаточно используются, как в обычных, так и в электронных средствах обучения.

Изобразительные (рисунки, фотопортреты, фоторепродукции картин, живописи, архитектуры и другие фотоизображения окружающего мира) и условно-графические (таблицы, схемы, блок-схемы, чертежи графики, диаграммы, карты и картосхемы и т.д.) средства наглядности, а также современные мультимедиа приложения (аудио- и видеофрагменты, анимация) являются одними из эффективных дидактических средств как для печатных, так и для электронных изданий, которые играют существенную роль в интеллектуальной познавательной деятельности курсантов.

От наглядности, как и от доступности, смысловой полноты и других полезных свойств теоретического материала зависит скорость восприятия учебной информации, ее понимание, усвоение и закрепление полученных знаний.

Широкое использование того или иного вида иллюстраций в трудных для понимания фрагментах текста, требующих наглядного разъяснения, иллюстрирования понятий и определений, явлений и процессов, а также оптимального использования иллюстраций для «оживления» всего материала (как печатного, так электронного) позволяют улучшить восприятие, понимание и усвоение, оптимизировать время обучения, повысить эффективность учебно-познавательной деятельности в целом. Вышеперечисленные задачи в части реализации принципа наглядности с успехом решаются в настоящее время с помощью информационных и телекоммуникационных технологий.

Существуют подходы и принципы, позволяющие отчасти определить целесообразность использования того или иного вида иллюстраций. В частности, как показывает опыт, иллюстративный материал нужно использовать в местах, трудных для понимания учебного материала, требующих дополнительного наглядного разъяснения, а также для обобщений и систематизации тематических смысловых блоков (в конце модуля, темы, параграфа); для общего «оживления» учебного материала и повышения мотивации.

Принцип «чем больше иллюстраций, тем лучше» – ложный. Наличие большого количества иллюстраций в тексте, неоправданное количество переходов на тот или иной вид рисунков, предоставление курсанту «неограниченной» свободы передвижения (за счет средств компьютерной навигации) по всему полю гипертекста к другим объектам посредством ссылок, может привести к снижению эффективности обучения.

Количество иллюстраций в ЭСО диктуется содержанием учебного материала и психолого-возрастными особенностями контингента обучаемых. Конкретное количество иллюстраций на страницу или тему курса специально не может быть установлено.

Создаваемые наглядные средства обучения условно можно классифицировать с учетом их дидактических свойств. Чаще всего специалисты классифицируют наглядные средства обучения по содержанию, характеру изображаемого и форме представления. При этом выделяются три группы (табл. 1–3).

Таблица 1

Изобразительная наглядность	
– фоторепродукции картин; – фоторепродукции памятников архитектуры и скульптуры; – фотопортреты; – фотоизображения окружающего мира	– учебные рисунки или иллюстраторами для учебных текстов; – рисунки и аппликации; – видеофрагменты; – видеофильмы

Таблица 2

Условно-графическая наглядность	
– таблицы; – схемы; – блок-схемы; – диаграммы; – гистограммы	– графики; – макеты; – карты; – картосхемы; – планшеты

Таблица 3

Мультимедийная наглядность	
<ul style="list-style-type: none"> – все фотоизображения; – анимация и 3D моделирование (без звука); – анимация и 3D моделирование (с музыкальным или речевым сопровождением); – аудиофрагменты (аудиофрагменты текста, аудиолекции и др.) 	<ul style="list-style-type: none"> – видеофрагменты, или видеоролики; – аудиовидеофрагменты (лекций, конференций, видеообращений, политических событий, явлений и др.); – видеофильмы (художественные и документальные)

Кроме представленной выше, существуют и другие классификации, такие как, например, классификация наглядных средств по признаку восприятия учебного материала, под которым подразумевается включение в процесс усвоения информации органов чувств: слуховых, зрительных, двигательных и др.

Чем больше органов чувств участвуют в восприятии учебной информации, тем легче она усваивается. Кроме наличия иллюстративного материала, для активизации процесса осмысления учебного текста важно, чтобы он был доступным, интересным, логически взаимосвязанным, актуализированным. В этих целях лучше использовать яркие и точные формулировки, таблицы, схемы, репродукции картин, рисунки, анимацию, аудио- видеофрагменты.

В качестве наглядного материала при создании электронных средств обучения используются следующие средства изобразительной наглядности: фоторепродукции картин, фотопортреты, фотоизображения и рисунки.

Источниками таких изображений являются иллюстрации из печатных изданий, лекционных презентаций, авторские фотографии различных объектов (вооружения, военной техники, приборов и т.д.), подготовленные автором на бумаге эскизы рисунков, специально созданные для учебного курса. Подготовленные эскизы рисунков передаются специалистам в области компьютерной графики, которые преобразуют рисунок в электронный вид. Если автор обладает навыками работы с компьютерными графическими программами, то он может самостоятельно преобразовать свой эскиз в компьютерную иллюстрацию для электронных средств обучения.

Важный источник фотоизображений – сеть Интернет. Для его использования автору необходимо иметь навыки работы с глобальной сетью. При этом необходимо учитывать, что при использовании фотоизображений из любых источников актуальны вопросы охраны авторских прав.

Один из видов условно-графических наглядных средств – таблицы. Это самое простое графическое изображение материала, в котором основными элементами графики являются линии и колонки. Число столбцов и строк, в которых располагается учебный материал, может быть различным, но не должно затруднять восприятие их содержания. Таблицы легко создать, они просты в использовании и существенно облегчают восприятие текста.

Арсенал мощных компьютерных средств графических средств позволяет оформлять таблицы с использованием разнообразной палитры цветов, рисунков (рисунок как элемент оформления таблицы), набора шрифтов, различных средств обрамления, реализации эффекта анимации таблиц (табл. 4, 5).

Таблица 4

Рекомендуется использовать таблицы в случаях, когда необходимо	
<ul style="list-style-type: none"> – повысить зрительную наглядность и облегчить восприятие того или иного смыслового фрагмента текста; – произвести сравнение двух и более объектов (к примеру, событий, фактов, явлений, персоналий, предметов, фрагментов текста и др.) 	<ul style="list-style-type: none"> – осуществить группировку ряда объектов; – произвести систематизацию тех или иных объектов

Таблица 5

Таблицы по их функциональному предназначению разделяются на три вида		
Разъяснительные	Сравнительные	Обобщающие или тематические

Разъяснительные таблицы – в сжатом виде облегчают понимание изучаемого теоретического материала, способствуют осознанному его усвоению и запоминанию.

Сравнительные таблицы – осуществляют сопоставление, противопоставление и сравнение объектов. Сравняться могут любые элементы, при сравнении выделяются общие, особенные, единичные и другие признаки.

Обобщающие или тематические таблицы – подводят итог изученному теоретическому материалу, способствуют формированию понятий. Обобщая что-либо, в логической последовательности такие таблицы перечисляют основные черты явлений, событий, процессов, подчеркивая самое существенное в них.

Таблицы систематизируют изучаемый раздел, облегчают повторение пройденного материала, могут быть размещены в форме выводов в конце главы или темы.

Удачная компоновка в таблице учебного материала может помочь обучающимся в восприятии и понимании текста. Эффективность использования таблиц повышается, когда они совмещаются с другими графическими средствами, например, со схемами, рисунками или фотографиями. При разработке таблиц рекомендуется использовать как можно меньше комментирующих слов в таблице; снабжать отступами верхние, нижние и боковые поля; выбирать количество ячеек таблицы в соответствии со спецификой содержания и характером выделенного фрагмента текста.

Необходимо учитывать, что палитра цветов не должна приводить к пестроте, т.к. это будет утомлять глаза. Назначив каждому из текстовых элементов свой цвет (например: заголовки – зеленый, текст – черный и т.д.), необходимо следовать такой схеме. Необходимо учитывать сочетаемость по цвету фона и текста.

Стимулирующие (тёплые) цвета способствуют возбуждению и действуют как раздражители (в порядке убывания интенсивности воздействия): красный, оранжевый, жёлтый.

Дезинтегрирующие (холодные) цвета успокаивают, вызывают сонное состояние: фиолетовый, синий, голубой, сине-зелёный, зелёный.

Нейтральные цвета: светло-розовый, серо-голубой, жёлто-зелёный, коричневый.

Сочетание двух цветов – цвета знака и цвета фона – существенно влияет на зрительный комфорт, причём некоторые пары цветов не только утомляют зрение, но и могут привести к стрессу (например, зелёные буквы на красном фоне или красные буквы на синем фоне).

Наиболее хорошо воспринимаемые сочетания цветов шрифта и фона: белый на тёмно-синем, лимонно-жёлтый на пурпурном, чёрный на белом, жёлтый на синем.

Белый текст на черном фоне читается плохо.

Схема – это графическое изображение материала, где отдельные части и признаки явления обозначаются условными знаками (линиями, стрелками, квадратами, кружками), а отношения и связи – взаимным расположением частей и использованием разнонаправленных стрелок.

Схемы можно оформить с помощью разнообразной палитры цветов, рисунков (как элементов оформления схемы или блок-схемы, разнообразного набора шрифтов, разнообразных средств обрамления схем, установления определенного количества составных частей и связей схем, реализации эффекта движения схем (анимация) и др.

К элементам наглядности относятся не только схемы, но и графики, диаграммы, схематические рисунки. Они используются как для выявления существенных признаков, связей и отношений явлений, событий или процессов, так и для формирования локального образного представления фрагмента текста. При помощи схематического изображения автор раскрывает явление в его логической последовательности, обеспечивает наглядное сравнение двух или более объектов, а также обобщает и систематизирует информацию (табл. 6).

Таблица 6

По функциональному признаку схемы делятся на три типа		
– сущностные схемы, отражающие составные части понятий, явлений, процессов	– логические схемы, устанавливающие логическую последовательность между частями понятий, явлений, процессов	– образные схемы, улучшающие понимание трудных мест в тексте

Для создания у обучаемых реалистического образа в ряде случаев целесообразно сопоставление схематического изображения с другими видами иллюстраций.

Схема может быть дополнена конкретным текстовым материалом, но объем его желательно ограничить, так как существует опасность перегруженности схемы, что затруднит зрительное восприятие материала.

Компактное размещение материала, лаконичные условные обозначения позволяют разгрузить схему.

Схемы (блок-схемы), как и таблицы, позволяют акцентировать внимание обучаемых на главном в изучаемом материале, подводят их к осмыслению той или иной закономерности. При этом они не дают готовых выводов, формулировок, а требуют определенной мыслительной активности, развивают абстрактное мышление (табл. 7).

Таблица 7

Требования при разработке схем и блок-схем	
– необходимо создавать визуальный ряд с максимально короткими текстовыми комментариями; – верхние, нижние и боковые поля должны иметь отступы	– количество составных частей схемы и их связей должно соответствовать содержанию и характеру выделенного фрагмента текста; – палитра цветов, так же, как и в таблицах, не должна приводить к пестроте

Вопрос о целесообразном использовании схем, блок-схем, таблиц или их комбинаций необходимо решать в каждом конкретном случае отдельно.

Таким образом, схемы и блок-схемы позволяют акцентировать внимание обучающихся на главном в изучаемом теоретическом материале, развивают абстрактное мышление, отражают составные части понятий, явлений, процессов; устанавливают логическую последовательность между частями, выявляют существенные признаки, связи и отношения объектов, явлений, процессов и событий.

Динамическая иллюстрация (анимация) – это компьютерная программная реализация эффекта движения иллюстративного объекта. Анимация (от англ. animated – оживленный), используемая в электронном средстве обучения, – технологически более высокий уровень по сравнению со статичным графическим изображением (табл. 8).

Таблица 8

Анимация позволяет представить в динамике	
– процесс «порционной» подачи текстовой информации (эффект «электронного лектора»); – процесс имитации движения отдельных элементов иллюстрации; – имитацию движения рисунка	– имитацию движений в ходе боевых действий; – физические и химические процессы; – технологические процессы; – техническое конструирование; – природные явления

Анимация представляет практически неограниченные возможности по имитации ситуаций и демонстрации движения объектов. В процессе обучения наиболее эффективными являются анимации, где излагаемая информация иллюстрируется условно-графическими изображениями (схемы, блок-схемы, диаграммы, траектории) и реальными изображениями (например, в виде образов, поверхностей, тел, в том числе и развивающихся в динамике).

Для реализации зрительной наглядности с помощью динамических таблиц, схем и рисунков используют разные приемы.

Прием типа «наложение». Суть этого приема заключается в том, что автор, выбрав статичную иллюстрацию, разбивает ее на составные части, а затем описывает последовательность наложения этих частей друг на друга. Так реализуется динамический эффект и для рисунков.

Прием «движение в пространстве» заключается в том, что в этом случае описывают последовательность действий, которые будет совершать на экране выбранный объект, передвигаясь по заранее заданной траектории (эффект мультипликации). Основу зрительного ряда составляют рисунки, различные фотоизображения, учебные картины и видеокдры. Рисунки и видеоряд обеспечивают особый эффект при сочетании красочности и анимации.

В анимационном фрагменте или видеоряде кадры взаимосвязаны, расположены в определенной последовательности, относительно самостоятельны и автономны. Кроме того, отдельные кадры лишены подписей, что позволяет комбинировать их, давать в разном сочетании, варьировать методику работы с одним и тем же изображением.

Иллюстрации, находящиеся во фрагментах анимации (или в видеоряде), могут сопровождаться лаконичным комментарием, который направляет внимание только на изображение. Комментирующий текст должен присутствовать в анимации или видеосюжете при использовании в качестве иллюстраций.

Таким образом, анимация представляет практически неограниченные возможности по имитации ситуаций и демонстрации движения объектов.

Красочно оформленные иллюстрациями теоретический материал ЭСО, представленный с элементами анимации, видеофрагментами и звуковым сопровождением облегчает восприятие изучаемого материала, способствует его пониманию и запоминанию, дает более яркое и емкое представление о предметах, явлениях, ситуациях, стимулирует познавательную активность курсантов. Существенно повышает дидактический потенциал анимационных изображений их интерактивность - возможность управления обучаемым различными элементами изображения.

Могут быть также с успехом использованы фрагменты учебных видеофильмов, широко представленные в сети Интернет. Главным условием при этом является правильный монтаж видео, выделение главных и удаление второстепенных сцен для экономии времени занятия. Простая обрезка фрагмента может осуществляться средствами Power Point.

Большой интерес для общенаучных дисциплин (теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машин, материаловедение) представляют фрагменты учебных кинофильмов времен СССР. Они, как правило, наиболее глубоко раскрывают физический смысл процессов и явлений. Главным препятствием для их использования является низкое качества звука и необходимость сложного видеомонтажа. Существует огромное количество программ для видеомонтажа, однако, они платные и требуют от пользователя специальных знаний. Из бесплатных программ можно выделить мультиплатформенный редактор Avidemux, медиаплеер VLC. Указанные программы позволяют, например, извлечь из фильма звуковую дорожку, отредактировать ее и вернуть обратно. Для удаления посторонних шумов из аудиофрагментов с успехом могут быть использованы многочисленные онлайн-сервисы, например – Online Audio Noise Reduction.

Современной тенденцией, имеющей большой потенциал развития, является применение в ЭСО 3D-моделей. 3D-модель – это цифровое представление трехмерного объекта или среды. Это виртуальная модель, которую можно просматривать и манипулировать ею под любым углом, она может использоваться для различных целей, включая визуализацию, моделирование, анимацию и игры. Создание 3D-моделей происходит в специальном программном обеспечении для 3D-моделирования (Blender, 3ds Max, SketchUp, Cinema 4D).

Применение трехмерных моделей в обучении стимулирует у курсантов интерес к получению знаний, развивает пространственное мышление и воображение, повышает творческий потенциал личности. 3D-модели позволяют изучать образцы авиационной техники, вооружения без непосредственного контакта с ними, «заглядывать» в отсеки, приборы, открывать люки, выполнять другие действия, порой невозможные на реальных образцах.

Таким образом, в статье рассмотрены основные приемы наглядности обучения - изобразительная наглядность, условно-графическая наглядность (таблицы), схемы, динамические иллюстрации (анимация) и 3D-модели, применение на практике, которых повышает познавательную деятельность курсантов.

Список литературы:

1. Краснова Г.А. Технологии создания электронных обучающих средств / Г.А. Краснова, М.И. Беляев, А.В. Соловов. – М. : МГИУ, 2022. – 304 с.
2. Основы концепции создания образовательных электронных изданий (ОЭИ) / М.И. Беляев, В.М. Вымятнин, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, В.П. Демкин, А.М. Зимин, Г.А. Краснова, С.В. Коршунов, С.И. Макаров, Г.В. Можяева, М.И. Нежурина, И.П. Норенков, А.Б. Плосковитов, Б.М. Позднеев, И.В. Роберт, В.Е. Сафронов, А.В. Соловов, А.Г. Теслинов, С.А. Щенников; Министерство образования РФ, РМЦ // В сб. «Федеральная целевая программа «Развитие единой образовательной информационной среды». – М., 2019. – С. 24–50.
3. Энсис Э.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Э.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – 194 с.
4. 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 : КВВАУЛ, 2019. – С. 178.
5. Колесников В.П. Разработка научно-практических и учебно-методических принципов (положений) качественного повышения обучения курсантов-летчиков в вузах МО РФ : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 122 с.
6. 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 371

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ «МЕХАНИКА»
СОГЛАСНО НОВЫМ ТРЕБОВАНИЯМ
ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ КУЛЬТУРЫ ОБРАЗОВАНИЯ**



**THE METHODOLOGY OF TEACHING DISCIPLINE:
MECHANICS ACCORDING TO THE NEW REQUIREMENTS FOR IMPROVING
THE CULTURE OF EDUCATION REFERENTS**

Энсис Е.И.

кандидат психологических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Колесников В.П.

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

Терехов В.В.

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

Аннотация. В работе показано, что формирование когерентных условий для проведения учебного занятия создают основу для успешного применения модуля трехступенчатого алгоритма, что исключит характерные препятствия в мышлении обучаемых и сформирует путь оптимального выбора решения учебной задачи. Это позволит эффективно использовать время и создать динамику перехода от одного уровня сознания к более высокому уровню за счет увеличения скорости сообразительности и ускоренного темпа обучения.

Ключевые слова: образование, сознание, интуиция, когерентное мышление.

Ensis E.I.

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

Kolesnikov V.P.

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

Terekhov V.V.

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

Abstract. The paper shows that the formation of coherent conditions for conducting a training session creates conditions for the successful application of the module of the three-stage algorithm, which will eliminate the characteristic obstacles in the training of trainees and form the path of optimal choice of the solution.

Keywords: education, consciousness, perception, memory, intuition, intellectual activity.

Для совершенствования образования в условиях нарастающего информационного потока существует необходимость создания новой платформы образования. Традиционный метод обучения, в основе которого лежит понятийный метод обработки оперативной информации не справляется со своей задачей. В связи с обозначенной задачей рассмотрим модуль трехступенчатого алгоритма частной методики, разработанной группой авторов и описанной в работе [1].

В основе понятийного мышления лежат следующие важные умения:

- 1) выделение сути явления;
- 2) выявление причины его проявления и прогнозирование последствий;
- 3) систематизация исходных данных;
- 4) построение полной, целостной картины ситуации.

В своей работе: «Почему школьникам необходимо развивать понятийное мышление» психолог Людмила Ясюкова приводит следующие статические данные

«...меньше 20 % процентов людей обладают полноценным понятийным мышлением... Даже среди людей с высшим образованием больше 70 % мыслят во многом как дети: обобщают от частного к частному, не видят существенные признаки и причинно-следственные связи» [2].

Автор вышеуказанной работы при этом ссылается на чрезвычайную эмоциональность людей, как причину низких интеллектуальных показателей. Однако глубинная причина не вскрыта. Педагогические методы на основе понятийного мышления не учитывают особенности беспокойного мышления современного ума, который не может обеспечить когерентного, гармонизированного мышления поскольку находится в состоянии бета-диапазона мозговых волн (частотный диапазон: 12–18 Гц). Для создания гармонизированного, когерентного состояния ума он должен находиться в состоянии альфа-диапазона мозговых волн (частотный диапазон: 6–10 Гц) [3]. Однако в педагогических практиках использование таких состояний не предусматривается.

Другой причиной низких показателей мышления является отсутствие понимания сути самого мышления, которое носит квантовый характер, а потому требует как понимания его принципов функционирования, так и разработки методов обеспечения когерентности мышления. Такое условие обеспечивает прямое прозрение внутренней сущности изучаемого предмета, объекта, явления. При этом нет надобности производить значительные затраты интеллектуальных усилий и времени для нахождения оптимального решения поставленной учебной задачи за счет логических построений ума, которые не способны вывести сознание за пределы известного.

Традиционные программы обучения, рассчитанные на оперативно-информационное мышление обучаемого требуют кардинального их пересмотра, поскольку данный тип мышления не удовлетворяет возросшим требованиям образования, как по объёму учебного материала, так и по скорости его усвоения.

В этой связи нами предлагается новая платформа образования, которая использует модули из версий-алгоритмов, построенные на основе синтеза знаний. Применение интенсив-программы образования позволит использовать методику образного и фрактального мышления для ускоренного овладения знаниями.

Предлагаемая частная методика образования может использоваться для всех уровней интеллекта обучаемых при ведущей роли преподавателя [4].

Частная методика представлена динамическим модулем трехступенчатого алгоритма образования [1]:

1. *Подготовительный алгоритм образования* (для формирования и развития поэтапного восприятия курсантами учебного материала).

Методика для развития поэтапного восприятия всех уровней сознания обучаемых позволит представить учебное (семинарское) занятие, как творческий процесс, для успешного выполнения поставленной задачи.

2. *Переходной алгоритм образования* (для обеспечения динамики перехода от оперативно-информационного интеллекта к интуитивному интеллекту).

При реализации выбора решения методика обеспечит динамику перехода на более высокий интеллектуальный уровень и создаст когерентные условия для ментальных возможностей обучаемого

3. *Завершающий алгоритм образования* (для воспитания психофизической активности обучаемого с использованием интуитивного интеллекта)

Единство пространственно-временного континуума позволит создать условия для реализации квантовых принципов новых форм мышления.

Используя трехступенчатый алгоритм образования, преподаватель может предусмотреть формирование многовариантных схем образования согласно уровню сознания и типу мышления обучаемых

Для повышения эффективности образования преподаватель формирует алгоритмический модуль, состоящих из разных комбинаций функциональных алгоритмов в зависимости от степени активности аудитории и типа поставленных задач. Формирование различных комбинаций модуля на основе алгоритмов: прямых, смешанных, сочетаемых для развития интуитивного интеллекта обучаемых ускорит овладение большими объемами знаний за счет эффективности использования времени, образного и фрактального мышлений.

Применяя модуль, преподаватель творчески конструирует учебный процесс и создает условия для освоения новых методов образования, ускорения темпов и возможности обработки больших объемов информации.

Новые образовательные технологии, в которых применяются алгоритмические методы образования обеспечат динамический переход обучаемого с оперативно-информационного типа мышления на интуитивный интеллект с последующей трансформацией сознания на основе модуля трехступенчатого алгоритма. Но для этого перехода необходимо создать *когерентные условия*, которые достигается за счет формирования особых условий мыслительного процесса [5].

Так как современный ум курсанта и сознание тела (инстинкты, рефлексy) находятся в постоянной оппозиции друг к другу, то в процессе образования преподавателю требуется педагогически определить не только приоритетные склонности и стремление курсантов к обучению, но и выявить причины, мешающие их успешному обучению [6].

Измерение и оценка когерентности для трансформации перехода – это понятия, имеющие центральное значение для понимания гармоничного состояния сознания, которое поддерживает умственное и эмоциональное равновесие в мире стрессовых ситуаций. Развитие навыка, способствующего преодолению стрессовых состояний, требует от преподавателя намеренного создания условий для этой педагогической установки [7].

Когерентные состояния сознания курсантов создают ментальный поток осознанности для формирования сначала состояния погружения ума в изучаемую проблему а затем и ее прямого постижения (состояние пронизательности). В результате разум и эмоции приводятся к балансу (когерентности) по собственной инициативе личности курсанта. Инициированная личностью когерентность становится формой его мудрости, при которой оперативно-информационный интеллект трансформируется в интуитивный интеллект. Этот процесс будет активизировать интуитивные знания, проявляющиеся в мыслях и эмоциях, для создания нового внутреннего порядка в сознании обучаемого. В этом случае повышается энергопотенциал курсанта, объем его памяти, скорость сообразительности и возникает более продолжительная концентрация внимания.

Для того, чтобы обеспечить устойчивые когерентные условия в интерактивном пространстве аудитории необходимо применить следующие методики:

- 1) методика, стимулирующая мотивацию обучаемого;
- 2) методика, стимулирующая творческий процесс;
- 3) методика, развивающая интуитивный интеллект на основе синтеза знаний.

Рассмотрим более подробно предлагаемую методику для *подготовительного алгоритма*.

1. Методика стимулирующая мотивацию обучаемого.

Мотивация для интуитивного процесса познания происходит в виде алгоритма действия преподавателя:

- 1) поиск идеи решения задачи на основе абсурдного мышления;
- 2) групповое отражение идеи;
- 3) формирование и детализация решения задачи;
- 4) выбор решения на основе обсуждения;
- 5) обоснование выбора с позиции логического анализа, что позитивно и негативно в анализе принятого выбора;
- 6) вербальное выражение своего мнения как умение думать и умения излагать;

Такой алгоритм действия с использованием приемов для мотивирования процессов «думать» и «говорить» является новым педагогическим решением в ходе проведения семинарских занятий [8, 9].

При использовании приёмов синтезирования знаний преподаватель формирует в сознании курсантов способность творчески интегрировать знания из смежных дисциплин, интерпретировать полученный результат из широкого спектра вариаций выбора.

Рассмотрим более подробно *переходный алгоритм*, стимулирующий творческий процесс:

1. Преподаватель определяет круг научно-исследовательских интересов обучаемого.

2. Преподаватель определяет предмет или задачу для приложения творческих сил обучаемого для поиска решения задачи
3. Обучаемый в состоянии «внутренней тишины» проходит творческую фазу инкубации в процессе поиска решения.
4. Обучаемый входит в состояние «озарения» (инсайта) и формулирует гипотезу.
5. Обучаемый испытывает когерентный взрыв сознания – экстаз, эврика.
6. Обучаемый встраивает свою идею в полученные знания.
7. Обучаемый посредством своей эрудиции и на основе синтеза знаний создает рабочую теорию.
8. Производится апробация догадки посредством методов когнитивного, абсурдного, фрактального мышлений.
9. Обучаемый реконструирует логику своего творческого процесса.
10. Учебная группа получает знания и производит их интерпретацию.
11. Преподаватель корректирует догадку, группа логически обосновывает или опровергает догадку.

Итак, кульминацией творческого процесса сознания обучаемого является интуиция, как квантовый переход сознания в особую форму осознанности: «не слушать, а слышать», «не смотреть, а видеть», т.е. с возросшим уровнем внимания (творчество внимать). Творческим процессом управляет сердце [10]. При этом частота мозговых волн с бета-диапазона переключается на алфа-тета-диапазон, отличающийся более высокой частотой вибраций, в результате чего происходит надделение творческого акта смыслом [5]. В дальнейшем творческий процесс проходит путь ментальной интерпретации смыслов, целью которого является стратегический выбор оптимального решения. Критерием творческого процесса осмысления является вдохновение, а фазой инкубации вдохновения является догадка [4].

Завершающий алгоритм – использование методики, стимулирующей интуитивный процесс.

Чтобы преподавателю сформировать у курсанта высший тип сознания как стремление к совершенствованию своих способностей и расширению поля знаний, необходимо воспитать новый тип интуитивного ментального состояния. Ментальное состояние сознания курсанта при интуиции позволяет не только использовать образное мышление, но и гармонизовать процесс мышления.

В рамках новой методики для стимулирования интуитивного интеллекта преподаватель использует следующий алгоритм [11]:

- 1) определение в среде обучаемых способности «синтеза схватывания», как эмпирической стадии образования;
- 2) использование полноты знания обучаемыми как высшее проявление синтеза знаний;
- 3) выявление понимания курсантами единства познания теоретического знания.

Предполагаемый метод, по нашему мнению, вызовет у курсантов интерес к научно-исследовательской работе и самоподготовке, что обеспечит согласованность в ментальном процессе в многоуровневой аудитории.

Таким образом, создание когерентных условий для работы со всеми блоками трехступенчатого алгоритма выстроят платформу для синастройки между всеми участниками учебного процесса [12].

Когерентные условия создадут основу для объединения пространства и времени в единый континуум, что исключит характерные препятствия в мышлении и сформирует путь оптимального выбора решения учебной задачи посредством применения трехступенчатого алгоритма. Это позволит эффективно использовать время и выстроить динамику перехода от одного уровня сознания к более высокому уровню за счет увеличения скорости сообразительности курсантов и ускоренного темпа обучения.

Список литературы:

1. Энсис Е.И. Методологический принцип применения переходного алгоритма для ускоренного образования иностранных курсантов / Е.И. Энсис, В.В. Колесников, В.В. Терехов // Сборник научных статей XIII Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 62-й годовщине

- полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2023. – 380 с. – С. 335.
2. URL : <https://aidamjr3akke/xn-p1ai/articles/pochemu-shcolnikam-neobhodimo-razvivat-poniativnoe-myshlenie>
 3. 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, 2019. – с. 190. – С. 18.
 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 : КВВАУЛ, 2020. – 194 с. – С. 48.
 5. Диспенза Джо. Сверхестественный разум. – М. : Эксмо, 2018. – 560 с.
 6. Иммануил Кант. Сочинение в шести томах (Философское наследие). – М., 1964. – Т. 3. – 799 с.
 7. Гуссерль Э. Собрание сочинений. Т. 1: Фенология внутреннего сознания времени. – М. : Изд-во «Гнозис», РИГ «ЛОГОС», 1994. – 177 с.
 8. 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.
 9. Варфоломеева С.В. Применение образовательных метадаанных 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.
 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). – Краснодар, 2020. – № 3. – С. 405–408.
 11. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Булатовские чтения: материалы V Международная научно-практическая конференция (31 марта 2021 г.) : в 2 т-х. (сборник статей). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – Т. 2. – 322 с.
 12. Теория вероятностей и пространство выборок / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, М.В. Степанова, А. Али // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С. 140–145.

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ АВИАЦИЯ НАКАНУНЕ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ



DOMESTIC AVIATION ON THE EVE OF THE FIRST WORLD WAR

Ясиновский А.В.

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

Аннотация. В статье исследуются вопросы, связанные с первым этапом становления отечественной авиации. Несмотря на объективные трудности, с которыми столкнулись наши конструкторы и изобретатели, русская авиация стремительно совершенствовалась и развивалась.

Ключевые слова: авиационная наука и техника, летательные аппараты, развитие, конструкторы и изобретатели, авиация.

Yasinovsky A.V.

PhD in Philosophical Sciences,
Assistant Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article examines the issues related to the first stage of the formation of domestic aviation. Despite the objective difficulties faced by our designers and inventors, Russian aviation was rapidly improving and developing.

Keywords: aviation science and technology, aircraft, development, designers and inventors, aviation.

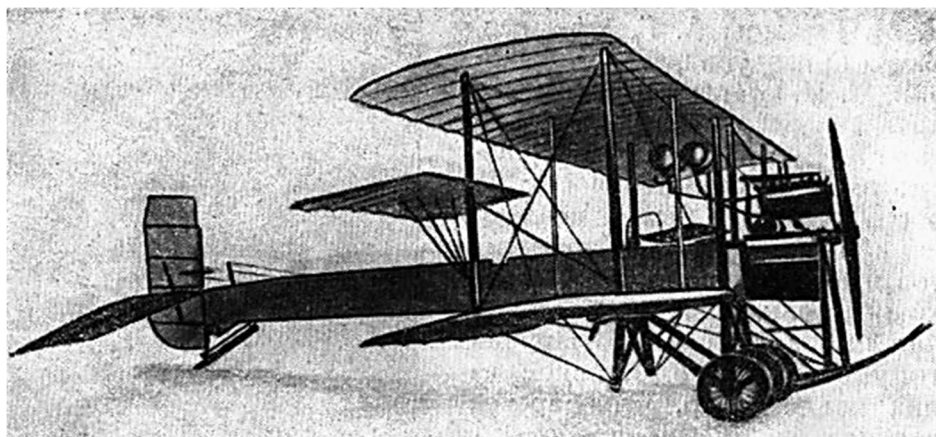
После первой русской революции 1905–1907 гг. царское правительство, опасаясь новой революции, не одобряло прогрессивные тенденции развития в отдельных сферах жизни общества.

Несмотря на это, русские исследователи продолжали свою творческую деятельность, развивая отечественную науку и дальнейшее решение проблем воздухоплавания и авиации, авиационной науки и техники. Работа шла над поиском наиболее совершенных конструкций летательных аппаратов и разработку двигателей для них. Именно в этот период профессор Н.Е. Жуковский говорил, что «...у нас в России есть теоретические силы. Есть молодые люди, готовые беззаветно предаться спортивным и научным изучениям способов летания. Но для этих изучений нужны материальные средства» [1, с. 232]. Однако необходимые для этого средства не выделялись. Так, рассмотрев на заседании совета министров 15 декабря 1909 г. доклад профессора Н.Е. Жуковского об организации подготовки авиационных инженеров и об учреждении авиационного научно-исследовательского института, вынесли постановление: «Устройство в настоящее время обширных вспомогательных учреждений для производства, наряду с преподаванием теоретического курса, опытов в аэронавтике в крупном масштабе являлось бы преждевременным... Поэтому осуществление... предложений... об открытии аэродинамического учреждения при Донском политехническом институте аэронавтики в Москве должно быть признано... нецелесообразным». [2, д. 50, оп. 15, связка 950, л. 16].

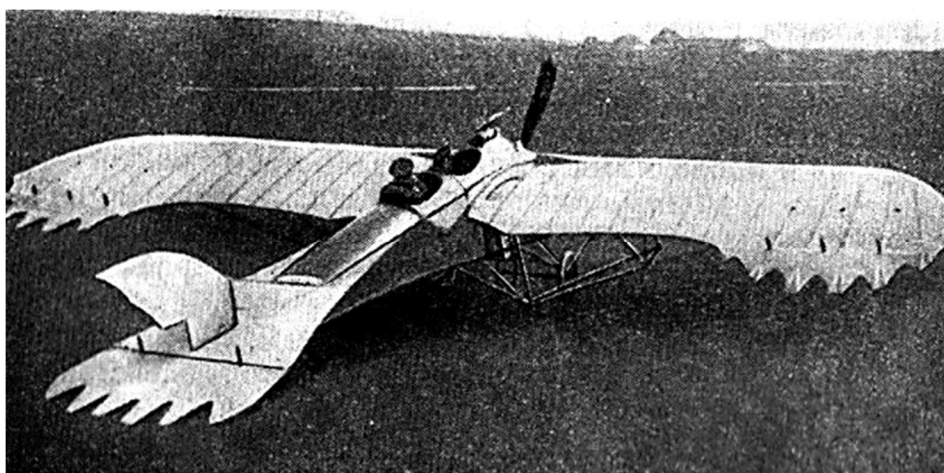
И все же развитие авиации в России продолжалось. Новые конструкции самолетов были созданы в России еще до начала первой мировой войны. В этот же период заложены основы высшего пилотажа, внедрялась передавая методика облечения летному делу. Появились первые в мире многомоторные самолеты, начиналось строительство лучших в мире гидросамолетов, формировались новые подходы к боевому применению авиации. К 1912 году в России было девять самолетно- и мотостроительных предприятий. Этого было недостаточно при том, что все они обладали низкими производственными возможностями. В течение месяца эти предприятия могли выпустить около 30 самолетов и 5 двигателей.

Некоторые конструкторы и изобретатели (Я.М. Гаккель, А.Г. Уфимцев, С.В. Гризодубов, Л.В. Школин, И.И. Стеглау и другие) опытным строительством самолетов занимались по своей инициативе, обзаводились собственными маленькими кустарными мастерскими на свои средства. В этих мастерских было создано немало оригинальных самолетов и двигателей.

Самолет-биплан конструкции Я.М. Гаккеля (1911 г.)

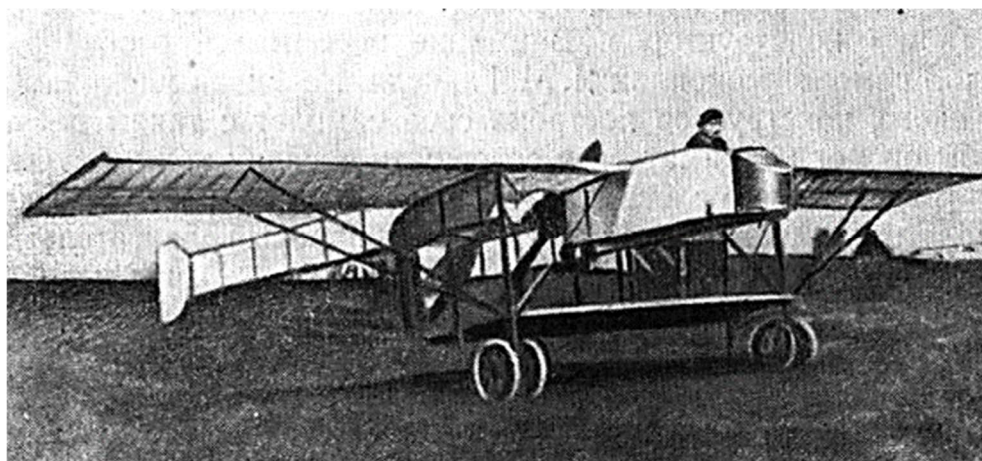


Самолет-моноплан конструкции Я.М. Гаккеля



Конструктор А.А. Пороховщиков в 1912 году построил в Петербурге двухместный самолет БИ-КОК-2 – легкий биплан с бипланным хвостовым оперением, поддерживаемым двумя балками. Мощность самолета БИ-КОК-2 составляет 50 л.с., скорость более 100 км/ч и предназначался он для военного применения. Кабина самолета обеспечивала летчику хороший обзор, пол кабины обшивался легкой броней, самолет имел двойное управление.

Самолет БИ-КОК-2



Начиная с 1910 года в России проводятся выставки и конкурсы самолетов. Особый интерес на таких выставках вызывали работы профессора Н.Е. Жуковского, студента А.Н. Туполева, инженера С.С. Неждановского, инженера В.А. Слесарева. Н.Е. Жуковский представил на выставке оригинальный прибор, воспроизводивший движения крыла птицы. Большой интерес вызвала модель самолета, выполненная А.Н. Туполевым.

В апреле 1911 года в Михайловском манеже в Петербурге открылась Первая международная воздухоплавательная выставка, организованная Русским техническим обществом. На этой выставке были представлены самолеты конструкции многих русских изобретателей. Особенное внимание посетителей вызвал самолет-моноплан Я.М. Гаккеля. Свой самолет конструктор построил с таким расчетом, чтобы он мог взлетать и совершать посадку как на суше, так и на воде.

На выставке были представлены и самолеты иностранных конструкторов. Несколько самолетов экспонировала английская фирма «Бристоль», но внимание специалистов они не привлекли, так как не представляли собой ничего нового.

Не лучше были и самолеты французской фирмы «Вуазен». Профессор Н.Е. Жуковский говорил, что «тип Вуазена с коробчатой формой принадлежит к тяжелым и неповоротливым машинам». [3, с. 27]. Этим самолетом управлять очень трудно, указывал профессор, используя пример, когда один летчик потерпел аварию только потому, что его самолет потерял устойчивость, когда над ним пролетел другой самолет.

Наряду с успешными работами в области самолетостроения в годы, предшествующие первой мировой войне, многие русские изобретатели работали над созданием авиационных двигателей, в том числе и реактивных, над разработкой приборов, которые обеспечивали безопасность полетов.

В развитии отечественной авиационной науки важную роль сыграл Первый Всероссийский воздухоплавательный съезд. Он проходил в Петербурге в период с 12 по 17 апреля 1911 года. В его работе приняло участие около 600 человек. Председателем съезда единодушно был избран Н.Е. Жуковский. На съезде работало пять секций: первая секция – летательные аппараты тяжелее воздуха; вторая – аэростаты; третья – двигатели и винты; четвертая – применение воздухоплавания в различных областях техники; пятая – организационно-правовые, административные и юридические вопросы, связанные с правовым обеспечением развития авиации [4, с. 73].

В своем докладе съезду «Опыты над теоретическими формулами поддерживающих планов» Н.Е. Жуковский раскрыл сущность своих исследований в области крыла самолета. Это был новый этап в развитии аэродинамики. Доклад С.А. Чаплыгина «К теории поддерживающих планов аэроплана и крыльев птицы» были развиты некоторые положения теории Н.Е. Жуковского. Вторым докладом Н.Е. Жуковского «О теории конструирования и летания аппаратов тяжелее воздуха» были намечены основные пути отечественного самолетостроения.

На съезде обсуждались исследования законов трения воздуха, и устройства воздушных винтов и двигателей, организация Всероссийского воздухоплавательного союза, создание карт для самолетовождения.

В конце марта 1912 года в Москве открылся Второй Всероссийский воздухоплавательный съезд. В докладе Н.Е. Жуковского были глубоко проанализированы проблемы устойчивости летательных аппаратов. Доклад С.А. Чаплыгина «Новые теоретические соображения о поддерживающих планах» открыл новые возможности улучшения устойчивости самолета и увеличения его подъемной силы.

Третий Всероссийский воздухоплавательный съезд открылся в апреле 1914 года. В его работе приняло участие более двухсот человек. Съезд по-прежнему возглавлял профессор Н.Е. Жуковский. Его доклад был посвящен современной теории и практике авиации и воздухоплавания. Ученый подробно проанализировал состояние отечественного Воздушного Флота, указал, какую именно работу проводят русские авиационные научные учреждения, конструкторы и передовые летчики. Особо Н.Е. Жуковский выделил свое сообщение о выполнении русскими летчиками различных фигур высшего пилотажа.

Все воздухоплавательные съезды проводились по инициативе Н.Е. Жуковского. Именно на этих съездах русские ученые могли творчески обсуждать неотложные проблемы развития отечественной авиационной науки. Каждый съезд подводил итоги ра-

боты ученых в области авиации и намечал программу их работы на будущее. На специальных выставках демонстрировались достижения русских авиационных конструкторов.

За несколько лет до начала первой мировой войны первые авиационные мастерские наших конструкторов стали преобразовываться в самолетостроительные предприятия. Эти предприятия были способны выполнить программы годового выпуска летательных аппаратов различных конструкций. В этот же период создавались воздухоплавательные общества и научные учреждения. Возглавляли эти объединения русские ученые Н.Е. Жуковский, С.А. Чаплыгин и многие другие.

Благодаря плодотворной работе наших ученых и изобретателей, которые создавали различные конструкции самолетов, русские авиаторы успешно овладели авиационной техникой и летным мастерством. Свои достижения они демонстрировали на многих всероссийских и международных авиационных состязаниях. Русские летчики внесли неоценимый вклад в развитие высшего пилотажа и совершенствование методики обучения летному делу и боевого использования авиации.

Накануне первой мировой войны развитию авиации стало уделяться особое внимание как новому эффективному средству войны.

«К началу первой мировой войны (1914–1918 гг.) в русской армии имелось 39 авиационных отрядов и шесть авиационных рот, на вооружении которых состояло 224 самолета. Кроме того, на складах и в школах было 39 самолетов. Всего в русской военной авиации насчитывалось 263 самолета типа «Ньюпор-4», «Фарман-16», «Фарман-22», и «Илья Муромец».

К этому же времени во Франции имелось 18 авиационных центров (баз), оборудованных аэродромами, ангарами, мастерскими и складами, на которых располагались 25 эскадрилий, имевших в своем составе 156 самолетов, пригодных к эксплуатации.

Германия к началу первой мировой войны (1914 г.) имела 41 авиационный отряд с общим количеством 232 самолета.

Англия также форсировала развитие своей военной авиации. В 1913 г. она имела около 130 самолетов и около 240 военных летчиков.

Создавали также свою авиацию Италия (около 70 самолетов) и Австро-Венгрия (65 самолетов)» [4, с. 93–94].

Если говорить о летно-технических характеристиках самолетов этих стран, то они были примерно такими же, как и у самолетов русской авиации. И все же наличие в составе русской военной авиации воздушных кораблей «Илья Муромец» выгодно выделяло ее в лучшую сторону. Более того, самолеты, которые строились на русских предприятиях по лицензиям, например «Фарман» и «Ньюпор», как правило, улучшались русскими инженерами в процессе их производства.

В этот период в самостоятельный род войск авиация еще не сформировалась. Не подразделялась она также и по видам боевого применения (истребители, бомбардировщики, разведчики и тд.), но то, что было сделано в эти годы обеспечило отечественной авиации стать лидирующей в авиации мира.

Список литературы:

1. Жуковский Н.Е. Полное собр. соч. – Т. IX. – С. 232.
2. ЦВИГА, ф. ГИУ, д. 50, оп. 15, связка 950, л. 16.
3. Жуковский Н.Е. Теоретические основы воздухоплавания, Оборонгиз. – 1939. – С. 27.
4. Потапов А.Е. История российской авиации – история развития воздушного права России / А.Е. Потапов // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвящённая 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос: Сборник научных статей. – 2019. – С. 72–75.
5. Симаков Б.Л. Воздушный флот страны Советов / Б.Л. Симаков, И.Ф. Шипилов. – М. : Военное издательство МО СССР, 1958. – С. 93–94.

УДК 371

МЕНТАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ СОЗНАНИЯ



MENTAL STATES OF CONSCIOUSNESS

Энсис Е.И.

кандидат психологических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Колесников В.П.

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

Терехов В.В.

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

Аннотация. Разработанный метод командного проведения учебного занятия позволяет раскрыть ментальную природу сознания и усовершенствовать механизм мышления обучаемого с помощью намерения и сознания, что обеспечит динамику перехода образования от оперативно-цифрового интеллекта к интуитивному интеллекту.

Ключевые слова: образование, сознание, внимание, интуиция, когерентное мышление.

Ensis E.I.

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

Kolesnikov V.P.

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

Terekhov V.V.

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

Abstract. The developed method of conducting a team training session allows you to reveal the mental nature of consciousness and improve the mechanism of thinking of the student with help of intention and consciousness, which will ensure the dynamics of the transition of education from operational digital intelligence to intuitive intellect.

Keywords: education, consciousness, perception, intuition, coherent thinking.

В условиях перехода образования от оперативно-информационной формы обучения к интуитивной важное значение отводится сознанию обучаемого, как фактору без направляющей роли которого успех перехода будет невозможен. Вместе с тем следует заметить, что и само сознание претерпит серьезные изменения, поскольку сознание, вооруженное интуицией, представляет собой мощный инструмент в овладении новыми знаниями, которые не только откроют перед человеком совершенно неожиданные и далеко идущие перспективы, но и существенно расширят возможности самого сознания.

В современном представлении сознание определяется так: «Сознание одно из основных понятий философии, психологии и социологии, обозначающее человеческую способность идеального воспроизведения действительности в мышлении». «Это состояние психической жизни индивида, выражающееся в субъективной переживаемости событий» [1].

Помимо вышеперечисленных дисциплин свой вклад в изучение этого феномена вносят антропология, физиология, информатика и другие научные направления. Однако, изучаемые в этих направлениях отдельные аспекты сознания оказываются не связанными друг с другом, поэтому не существует целостного представления о феномене «сознания».

Наш подход к проблеме феномена сознания требует объединенного, синтетического подхода в его изучении. И такой подход может быть создан в результате сотрудничества таких научных направлений как квантовая физика, нейробиология, биофизика, аналитическая философия сознания и другие.

Квантовая механика привнесла важный аспект в изучение сознания, в результате чего выяснилось, что сознание человека не пассивный наблюдатель окружающего мира, а активно с ним взаимодействующий. В этой связи показательно определение сознания которое дается известным австралийским философом Дэвидом Чалмерсом. Он так определил сознание: «Сознание есть фундаментальное свойство реальности в измерениях наблюдателя, сознание которого производит коллапс волновой функции» [2]. Значит, можно утверждать, что сознание имеет квантовую природу и активно взаимодействует с квантовым полем. Выражение: «... коллапс волновой функции» означает, что сознание посредством своих инструментов способно материю из волнового состояния трансформировать в корпускулярное (трехмерное). Если внимание человека сфокусировано на каком-то объекте, то сознание работает в трехмерном пространстве (мозговые волны принадлежат бета-диапазону), если расфокусировано, то выходит за его границу в область квантового поля (мозговые волны принадлежат альфа-диапазону) [3]. Таким образом, сознание со всеми своими функциями: мышление, восприятие, память и др. имеют квантовую природу.

В этой работе рассмотрены такие инструменты сознания как внимание, восприятие, намерение, предикатное мышление, которые связаны с познавательными процессами обучаемых.

Для совершенствования образования в быстро меняющихся условиях образования изучение сознания требует новых педагогических технологий.

Под предикатным мышлением (рефлексивное мышление) понимается способность мыслить и делать выводы на основе предикатов или условных утверждений. В основе предикатного мышления лежит рефлексивное мышление, которое имеет свое логическое продолжение, позволяющее субъективно анализировать информацию об объекте, делать выводы на основе логических связей и выносить суждение при помощи синтеза знаний.

Прежде нами был изучен один из аспектов логического метода – метод реального умозаключения посредством образного мышления [4]. Он рассматривает образное мышление как верный посыл сознающего ума, рисующего абрис начала действия для дальнейшего принятия оптимального выбора и последующего решения.

Этот метод позволил повысить когнитивные и вербальные способности обучаемых в учебных занятиях, где использовались механизмы образного мышления такие, как научение, рассуждение и суждения. Преподаватель, принимая в такой форме ответы обучаемых, дает стратегическое направление и устремляет их на ментальное развитие сознания на основе причинно-следственных связей. Для этого преподаватель отводит особую роль таким инструментам сознания как внимание и намерение.

Намерение рассматривается как ментальная интенция, которая способствует направленности фокуса сознания на предмет изучения для совершения действия.

Внимание есть избирательная направленность сознания обучаемого с повышенным интересом к предмету изучения.

Чтобы в педагогической технологии усилить интерес к этим инструментам сознания преподаватель задает стратегическое направление, чтобы развить у обучаемых способность достижения сложной цели при помощи ментальной активности мышления на основе метода синтеза знаний [4].

Стратегическое направление в образовании предполагает переход от оперативно-цифрового интеллекта к интуитивному [4].

Процесс перехода начинается с фокусирования внимания на изучаемом объекте и сборе необходимой информации для обоснования темы.

Далее внимание обучаемых на основе синтеза наук переключается на изучение идеи, которая является основой намерения. Набор синтетических знаний по учебной теме включает ум, как операционную систему нервных центров и направляет ментальную энергию на предмет изучения. Тогда пространство вокруг нервного центра вырабатывает собственную химическую экспрессию (экспрессия генов) в соответствии с психологическим состоянием обучаемого.

Из основ нейрофизиологии известно, что нервный центр – это совокупность нейронов центральной нервной системы, участвующих в осуществлении определенно-го рефлексорного акта или регуляции той или иной функции [5].

Химическая экспрессия или экспрессия генов рассматривается как процесс, в ходе которого наследственная информация от гена (последовательности нуклеотидов ДНК) преобразуется в функциональный продукт – РНК или белок.

При помощи химической экспрессии активизируются органы мозговой деятельности, вследствие чего упорядочивается и согласовывается функционирование всех систем организма. В результате этого процесса открывается фокус определенного нервного центра, что дает упорядоченный сигнал нейрону для возникновения новых аксонных связей. Происходит биохимическая экспрессия ДНК для выработки здоровых белков, на которых фокусируется новая информация, предполагающая новые действия.

Каждое нервное сплетение является не только операционной системой, но и выполняет важную роль информационного центра, который обладает собственным энергетическим потенциалом и резонансной частотой в соответствии с уровнем сознания обучаемого [5].

Информационные центры нервных сплетений имеют свои отдельные кластеры нейронных сетей и свой телесный разум. Телесный разум кодирует мозг с целью активации сознания, в результате чего сознание выходит за пределы трехмерного пространства в область квантового поля, а мозговые волны перемещаются с бета-диапазона на альфа-диапазон, и интеллект обучаемого приобретает интуитивные способности. Далее сознание обучаемого принимает состояние намерения, потому что через активизацию нервных центров включилась функция внимания [3].

Таким образом преподаватель формирует сознательное намерение обучаемого при помощи внимания, поскольку только внимание активизирует нервные центры, создавая направленность на цель и намерение к действию.

Сознательное намерение, обладая должным энергетическим потенциалом, активизирует автономную нервную систему, которая посылает сигнал посредством химического вещества – нейромедиатора в нервные кластеры для того, чтобы вызвать позитивные эмоции. Это вдохновляет обучаемого и придает ему ментальные силы для совершения действия в соответствии с поставленной задачей. По сути возникает квантовый скачок в сознании обучаемого за пределы возможного для пяти органов чувств (нелинейная реальность), и его сознание включается в нелинейную реальность. Мгновенно обретается новая синтетическая информация о знании. Это явление называется интуитивным и его можно охарактеризовать таким образом: «Любое явление, если на нем сосредоточится, можно углублять расширять и усовершенствовать в его эволюционном аспекте. При сосредоточении на нём оно как бы растёт, как бы касается беспредельности, в которой существует все и которой касается каждое явление своими гранями» [6].

Следствием интуитивного квантового процесса является расширение сознания обучаемого, осознание и утверждение ранее известного ему знания. Происходит синтетическое слияние внутреннего знания и внешнего знания о мире. Это процесс изменяет восприятие, в результате которого возникает предикатное мышление.

Кроме того, возникает расширение сознания, рост и укрепление памяти, повышается сообразительность, формируется и возрастает удовлетворение от познавательной деятельности, нарастает творческая активность.

Сформированный темп и ритм мышления повышает сообразительность и позволит воспринимать обучаемому информационный поток квантового поля для дальнейшего прогнозирования действия и интуитивного прозрения, что приведет к когерентности умственной и сердечной деятельности, что в свою очередь приведет к гармонии внутреннего и внешнего мира.

Создание таких условий позволит обучаемому сформировать программу когерентности, которая обеспечит открытие интуитивного интеллекта.

В состоянии когерентности, согласно основам квантовой биологии, возникают паттерны (структуры, образования, узоры, шаблоны) света, состоящие из биофотонов. Биофотоны, испускаемые и принимаемые клеткой «дают» команду на упорядочение всех функциональных систем организма. При этом возникает повышение частоты мозговых волн, которое даст возможность полного обмена информацией между клетками

через резонанс электромагнитных частот [7]. На квантовом уровне возникает свет между внешним и внутренним мирами для их гармонизации, что обеспечивает функцию правильного и полного восприятия информации для просвещения. Согласие внутреннего и внешнего мира позволит реализовать намерение как истинную специализированную функцию сознания.

В случае, если же обучаемый пребывает в состоянии психологического стресса, то в его нервных центрах происходит биохимический стресс, блокирующий движение ментальной энергии в нервные центры, в результате чего возникает инкогерентность, которая провоцирует сомнение и страх.

Итак, энергия намерения открывает информацию внешнего и внутреннего мира, и возникает кодирование материи мозга, которое функционально группирует области головного мозга и позволяет всем системам организма объединиться в целостное сознание для получения информации из квантового поля [8].

Возникшая энергия намерения функционирует как сгусток материи с правильной когерентной энергией света и информацией. Тогда внимание обучаемого пребывает в состоянии постоянной интуиции и мгновенно закрепляется в виде кристаллизованной идеи. Его разум способен создать программу-версию для этой идеи, чтобы затем вынести суждение, согласно предикатам мышления. Выбранный путь действия, согласно суждению, фокусирует внимание на идеи.

Это способствует выстраиванию когерентного высокочастотного поля, соответствующего гамма-диапазону. Эта энергия позволяет правильно при помощи предикатов извлечь знания из пространственно-временного континуума. Обучаемый получает целенаправленное сообщение и его тело среагирует на импульс всеобщего сознания, и разум подчинится настоящему моменту в соответствии с энергией его внимания. При этом сознание мгновенно встроится в новое поле света и информации волн сверх его сознания [9]. Возникший объем энергии преобразит сознание обучаемого и его внутренний мир станет более реальным, чем внешний. Возникшие высокие амплитуды мозговых волн будут трансформировать его заблокированные негативные энергии в действующие позитивные энергии. Сознание будет следовать духу, повышая его морально-нравственные качества. Обучаемый войдет в состояние вдохновения. Телесное сознание высвобождается, и ум прекращает логико-аналитические действия. Таламус как распределительный блок сможет синхронизировать два полушария головного мозга. Когерентная энергия пройдет в неокортекс в виде гамма-волн. Эпифиз выделит гормон пикалина и усыпит рассудочный мозг, что позволит выключить экспрессию генов ДНК клетки [4]. Сознание начнет функционировать в состоянии «здесь и сейчас» с умением прогнозировать. Скорость сообразительности возрастет, и новое сознание получит новый набор намерений для построения ментальных конструкций нового типа мышления в виде фракталов.

Таким образом, намерение и внимание обучаемого, направлены на постижение реальности, эквивалентны воображению в процессе образного мышления. Метод обучения на основе креатив-синтеза позволит развивать фрактальное мышление.

Преподаватель должен настроиться на взаимодействие с обучаемыми с использованием новой педагогической технологии для воспитания чистого сознания, при котором раскроется пространство – временной континуум как единое квантовое поле для постижения истины [10].

Мудрость интуитивного интеллекта кристаллизует идею, которая станет основой новых ментальных конструкций с использованием следующих операций: высказывания, суждения, предикатного мышления.

Метод командного проведения занятия позволит раскрыть ментальную природу сознания и усовершенствовать механизм мышления сознания с помощью намерения и сознания, чтобы обеспечить динамику перехода от оперативно-цифрового интеллекта к подвижному интеллекту при помощи мотивации, от подвижного интеллекта к кристаллизованному на базе синтеза знаний, от кристаллизованного интеллекта к интуитивному интеллекту через креатив-синтез для постижения истины.

Список литературы:

1. URL : <https://kartaslov.ru>
2. URL : https://en.m.wikipedia.org/wiki/David_Chalmers
3. Диспенза, Джо. Развивай свой мозг. Как перестроить разум и реализовать собственный потенциал. – М. : Эксмо, 2019. – 688 с.
4. URL : <https://studfile.net/preview/8189927/page:22>
5. Энсис Е.И. Психофизика сознания в условиях становления платформы перспективных форм образования / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов // Булатовские чтения: материалы V Международная научно-практическая конференция (31 марта 2022 г.). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – Т. 2 – 322 с.
6. 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.
7. 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.
8. Савицкий Ю.А. Современный взгляд на естественно-научную грамотность обучаемых / Ю.А. Савицкий, В.А. Нефедовский, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар, 2020. – № 3. – С. 405–408.
9. 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, 2019. – С. 190.
10. Теория вероятностей и пространство выборок / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, М.В. Степанова, А. Али // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С. 140–145.

УДК 378

ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЕМ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ
 ◆◆◆◆
 APPROACHES TO HIGHER SCHOOL EDUCATION MANAGEMENT

Коханый А.Ф.

Краснодарское высшее
 военное авиационное училище летчиков
 kvvaul@mil.ru

Пережогин Л.А.

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

Выскубов Е.В.

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

Черный Р.Р.

Краснодарское высшее
 военное авиационное училище летчиков
 kvvaul@mil.ru

Аннотация. Авторами статьи раскрыты научные представления современных исследователей о содержании понятий «адаптивность», «адаптивное управление», «управление качеством образования». Проведенный анализ позволил авторам выделить основные признаки адаптивного управления качеством образовательного процесса в педагогической деятельности преподавателя высшей школы: гибкость и опережающий характер, мотивирующее управление, обратная связь как основа организации видимого образовательного процесса.

Ключевые слова: образовательный процесс, качество образования, адаптивность, адаптивное управление, цифровизация образования, управление качеством образования, сущностные характеристики адаптивного управления.

Kohany A.F.

Krasnodar Higher
 Krasnodar Higher Military Flight School
 kvvaul@mil.ru

Perezhogin L.A.

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

Vyskubov E.V.

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

Cherniy R.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
 kvvaul@mil.ru

Abstract. The authors of the article reveal the scientific ideas of modern researchers about the content of the concepts of «adaptability», «adaptive management», «quality management of education». The analysis allowed the authors to identify the main features of adaptive quality management of the educational process in the pedagogical activity of a higher school teacher: flexibility and proactive nature, motivating management, feedback as the basis of the organization of the visible educational process.

Keywords: educational process, quality of education, adaptability, adaptive management, digitalization of education, quality management of education, essential characteristics of adaptive management.

В теории управления образованием достаточно подробно раскрыты вопросы, связанные с понятиями качества образования, управление качеством образования в высшей школе. Установлено, что управление качеством образования – емкое понятие, включающее все аспекты и уровни образования в высшей школе [1].

В связи с динамичностью развития событий в мире, в том числе изменениями, обусловленными приходом новой коронавирусной инфекции, система образования на всех уровнях его функционирования и развития претерпела заметные изменения. Это, безусловно, касается всех аспектов системы образования, в том числе и вопросов управления качеством образования.

Несмотря на то, что этой проблеме посвящено немало исследований, на современном этапе развития образования актуализируется вопрос о том, каким должно быть управление качеством образования в новых условиях его функционирования и разви-

тия, связанных с тотальной цифровизацией и фактором новой коронавирусной инфекции. На этот счет существуют разные мнения и подходы. Мы исходим из того, что современная система управления качеством образования в высшей школе должна носить адаптивный и одновременно опережающий характер.

Важнейшим свойством современной системы управления качеством образовательного процесса в высшей школе является свойство адаптивности.

Впервые понятие, управление качеством образовательного процесса, было сформулировано основателем науки кибернетики Н. Винером.

Таблица 1 – Характеристики адаптивного управления

ХАРАКТЕРИСТИКИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ		
Объединение методов теории управления, которые могут менять настройки регулятора или структуру регулятора	Параметры объекта управления меняются	Существуют раздражители извне, которые влияют на объект управления

В соответствии с этим, управление приобретает свойство адаптивности, если будут применяться *гибкие методы* управления, позволяющие реагировать как на внутренние изменения в управляемой подсистеме, так и на внешние вызовы, исходящие из окружающей систему среды. Это означает, что важнейшее значение в обеспечении свойства адаптивности системы управления имеют методы управления и степень гибкости, предполагающая учет изменений в среде (внешней и внутренней по отношению к рассматриваемой системе) [2].

Вместе с тем обратим внимание на то, что в данном определении адаптивное управление носит характер реакции управляющей системы на внешние и внутренние изменения. Здесь не видна функция опережения, поскольку речь идет о кибернетических, неживых системах. Тем не менее, основная идея Н. Винера может быть, на наш взгляд, перенесена и в систему управления образовательным процессом, где в качестве методов управления выступают методы обучения и воспитания, направленные на организацию учебной деятельности обучающихся. При этом следует иметь в виду, что в образовательном процессе обучающиеся выступают в качестве субъектов этого процесса. Последнее означает, что изменения, происходящие с обучающимися в результате управленческих действий преподавателей, носят нелинейный характер, поскольку реакция обучающихся на педагогические воздействия определяется не только этими воздействиями, но и в немалой степени мотивационно-потребностной сферой обучающихся, их отношением, ценностными ориентациями и так далее [3].

Продолжая анализ, рассмотрим и другие точки зрения. Определение адаптивного управления по А.Д. Александрову близко по смыслу, приведенному выше, тем не менее, есть свои отличительные признаки.

Таблица 2 – Сущность адаптивного управления

СУЩНОСТЬ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ		
1) параметры управляемой системы находятся в постоянном развитии и изменении	2) указанные трансформации зависят от преобразований среды как внутренней, так и внешней	3) все операции направлены в сторону планомерного развития, а также на эффективность

Близкое по смыслу к данному определению понимание дается в работе К.С. Фоктистова. По мнению автора, «адаптивное управление деятельностью в вузе является процессом, который направлен на постоянную модернизацию в соответствии с изменениями внешней среды, обеспечивающим устойчивость развития образовательной организации» [4].

Близкое к данному, определение адаптивного управления «как процесса приспособления к влияниям среды» дают В.А. Долятовский и М.В. Гречко [5].

Таблица 3 – Признаки адаптивного управления

ПРИЗНАКИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ		
Постоянная модернизация	Реакция на изменения внешней среды	Направленность на обеспечение устойчивого развития образовательной организации

В приведенных определениях четко выделена цель адаптивного управления – обеспечение устойчивого развития и повышение эффективности системы. Однако возникают и проблемные вопросы. Во-первых, акцентируется внимание на том, что адаптивное управление трактуется через параметры управляемой системы – постоянное изменение ее параметров. Возникает, однако, вопрос – о всех ли параметрах управляемой системы идет речь или только о некоторых? Какими средствами и кто обеспечивает это постоянное изменение параметров? Что стоит за словом «постоянное изменение»? Во-вторых, неясно, как понимать термин «модификация внешней и внутренней среды»? Какое изменение можно считать модификацией? Это процесс управляемый или спонтанный?

На современном этапе развития теории управления вошло в научный оборот понятие «адаптивные (самонастраивающиеся) системы» – это такие системы управления, которые компенсируют параметрические, сигнальные, функциональные или структурные неопределенности объекта управления за счет автоматической подстройки регулятора в ходе рабочего функционирования системы» [2]. Приведенное определение адаптивной системы управления касается технических и технологических систем, которые должны обладать свойством приспособления к разным возмущениям. Можно сказать, что адаптивное управление – это управление, позволяющее оперативно реагировать на вызовы и тем самым приспосабливаться к требованиям внутренней и внешней среды. На основании изложенного полагаем, что ведущим признаком адаптивного управления является приспособляемость.

В соответствии с мнением М.Л. Федюнина, «адаптивное управление вузом является процессом, который включает в себя такие составляющие, как интегрированный сбор, обработка и обобщение данных, а также их последующее применение в образовательной деятельности» [9].

Таблица 4 – Дополнительные признаки адаптивного управления

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ			
Процесс сбора данных	Процесс обработки данных	Процесс обобщения данных	Использование данных в образовательной деятельности

Надо сказать, что данное определение раскрывает содержание работы с информационным массивом, необходимым для организации управленческой деятельности. Но такая работа – один из объективно необходимых признаков любого управленческого процесса. Поэтому возникает вопрос о том, как здесь представлено свойство адаптивности управления.

Анализ приведенных определений позволяет выделить два подхода к трактовке понятия «адаптивное управление вузом» – функциональный и информационный. Сторонники первого подхода акцентируют внимание на функциональных признаках адаптивности (реакция на изменения, приспособляемость к среде). Второй подход опирается на понятие «информация», и соответственно выделяются признаки, отражающие работу с информацией (сбор, обработка, обобщение, использование).

В исследовании А.М. Галимова, направленном на изучение систем адаптивного управления инновационным развитием вуза на основе анализа отечественного и зарубежного опыта, также рассматривается адаптивное управление. Планомерный переход от приспособления вуза к инновациям внешней среды до активного инновационного преобразования данной среды возможен при внедрении адаптивного управления с помощью таких инструментов как: «системное использование потенциала интеграции,

комплексная автоматизация деятельности, а также применение средств сбалансированной системы показателей» [4]. На наш взгляд, это отвечает современным требованиям, поскольку сделан акцент на обеспечении устойчивого совершенствования инновационной деятельности в высшей школе, то есть того, что необходимо системе образования на данном этапе его развития. Данные положения легли в основу нашего понимания адаптивного управления образовательным процессом в высшей школе.

В связи с этим мы выделяем следующие существенные характеристики адаптивного управления качеством образовательного процесса в деятельности преподавателя высшей школы: ориентация педагогической деятельности на учет возможностей каждого обучающегося с тем, чтобы обеспечить его активное и успешное вовлечение в образовательную деятельность, развитие устойчивого стремления к познанию нового как основы профессиональной компетентности в условиях текущей неопределенности среды; динамичная модернизация педагогических технологий, обеспечивающая последовательное развитие учебных результатов и мотивации достижения студентов в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с одной стороны, и индивидуальными возможностями студентов – с другой; обеспечение нелинейности образовательного процесса, позволяющей осуществить персонификацию образовательной деятельности; формирование ситуаций с интерактивным взаимодействием участников образовательного процесса для повышения вовлеченности обучающихся в познавательную деятельность, создание условий для сопричастности, самостоятельности и ответственности; осуществление систематической обратной связи как средства организации видимого обучения и внесения обоснованных коррективов в образовательный процесс. Эти признаки находят реализацию в педагогической деятельности по адаптивному управлению качеством образовательного процесса, если она (деятельность) строится на принципах мотивирующего управления, гибкости и ситуативности, субсидиарности, событийности.

Ведущим принципом, с точки зрения психолого-педагогического обеспечения адаптивности управления, является принцип мотивирующего управления, который показывает закономерность, согласно которой результат педагогического воздействия становится положительным в случае адекватного отклика со стороны обучающегося. Данный принцип предполагает активизацию личностной позиции студента и вовлечение его в процесс создания собственной образовательной деятельности при сопровождении преподавателя [6].

Ориентация на построение нелинейной модели образовательного процесса в вузе, которая учитывает изменения во внешней и внутренней среде, предусмотрена в принципе гибкости и ситуативности.

Делегирование полномочий и ответственности студентам для их вовлечения в учебную деятельность характерно для принципа субсидиарности.

Принцип событийности заключается в создании преподавателем сопричастности и ответственности обучающегося за свое образование. В данном случае преподаватель ориентирует обучающегося на то, что от его действий и участия зависит его образовательный уровень.

Отмечаем, что в целом от эффективности управления качеством образовательного процесса в деятельности преподавателя зависит конечный результат, который получаем на выходе из высшей школы обучающихся, в связи с чем так важно обеспечение адаптивного управления качеством образования и мониторинг событий [7].

Таким образом, анализ показал, что адаптивные системы отличаются рядом признаков, основным из которых, по мнению большинства исследователей, является способность системы управления оперативно и опережающе учитывать в принятии управленческих решений вызовы внутренней и внешней по отношению к системе среды. Эта общая идея адаптивности управления системами может быть реализована и в управлении качеством образовательного процесса на разных уровнях его осуществления. В этом контексте нами выделены основные признаки понятия «адаптивное управление качеством образовательного процесса в высшей школе». Показано, что адаптивное управление качеством образовательного процесса требует опоры на требования принципов мотивирующего управления, гибкости и ситуативности, субсидиарности, событийности. Раскрыта сущность данных принципов. Результаты исследования могут

быть применены в разработке методических рекомендаций по внедрению адаптивного управления в вузе.

Список литературы:

1. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. – М. : Высшая школа, 2019. – 263 с.
2. Методы адаптивного и робастного управления нелинейными объектами в приборостроении: учебное пособие для высших учебных заведений / А.А. Бобцов, В.О. Никифоров, А.А. Пыркин, О.В. Слита, А.В. Ушаков. – СПб. : НИУ ИТМО, 2013. – 277 с.
3. Энсис Э.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Э.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – 194 с.
4. 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 : КВВАУЛ, 2019. – С. 178.
5. Колесников В.П. Разработка научно-практических и учебно-методических принципов (положений) качественного повышения обучения курсантов-летчиков в вузах МО РФ : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 122 с.
6. Медведев Ю.С. Программа формирования индивидуального плана преподавательского состава кафедры и итоговых таблиц по распределению объёма рабочего времени по видам деятельности на учебный год / Ю.С. Медведев, М.В. Змиёва, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2020618003. – 2020.
7. Медведев Ю.С. База данных лекционного курса по дисциплине «Информатика» для специальности 25.05.04 / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021621304. – 2021.
8. Медведев Ю.С. База данных факультета по учёту контингента обучающихся / Ю.С. Медведев, В.А. Турчин, В.В. Терехов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621842. – 2022.
9. Программа для управления вращением солнечной батареи в направлении положения солнца / Ю.С. Медведев, А.В. Еськов, В.В. Терехов, В.А. Турчин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022619678. – 2022.

Научное издание

НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО

**Сборник научных статей XIV Международной
научно-практической конференции
«Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского»
8–9 ноября 2023 года**

Статьи публикуются в авторской редакции

Технический редактор – И.И. Фоменко
Компьютерная верстка – М.Н. Гусева
Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Подписано в печать 24.11.2023
Бумага «Снегурочка»
Печ. л. 22,0
Усл. печ. л. 20,5
Уч.-изд. л. 18,5

Формат 60×84 1/8
Печать трафаретная
Изд. № 1347
Тираж 50 экз.
Заказ № 2499

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 Сайт: <http://www.id-yug.com>