

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»

**XII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 61-ой ГОДОВЩИНЕ ПОЛЕТА
Ю.А. ГАГАРИНА В КОСМОС**

12–13 апреля 2022 года

Сборник научных статей

Краснодар
2022

УДК 629.7
ББК 39.53
М43

Редакционная коллегия:

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

М43 XII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 61-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос (12–13 апреля 2022 года) / КВВАУЛ им. Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – 514 с.

ISBN 978-5-91718-697-9

В сборнике представлены тексты статей и докладов на конференции, затрагивающих проблемы исследования систем и комплексов военного назначения, моделирование естественно-научных процессов, компьютерные технологии и информационная безопасность, а также инновационные технологии в образовательном процессе и психология.

Адресуется аспирантам, адъюнктам, соискателям, студентам, курсантам и преподавателям вузов.

ББК 39.53
УДК 629.7

ISBN 978-5-91718-697-9

© Коллектив авторов, 2022
© КВВАУЛ им. Героя Советского Союза
А.К. Серова, 2022
© Оформление ООО «Издательский
Дом – Юг», 2022

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИAND TECHNICAL SCIENCES **NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

- Захаренко Г.И., Захаренко Д.Г.**
Измерительно-вычислительная система летательного аппарата с оценкой чувствительности к точности формирования оценок 17
Zakharenko G.I., Zakharenko D.G.
Measuring and computing system of an aircraft with an assessment of sensitivity to the accuracy of forming estimates
- Кашин Я.М., Князев А.С.**
Перспективы и особенности использования авиационных ветроэнергетических комплексов для энергоснабжения воздушных судов гражданского и военного назначения 21
Kashin Ya.M., Knyazev A.S.
Prospects and features of the use of aviation air power complexes for the power supply of civil and military aircraft
- Культурмиди К.П., Захаренко Г.И.**
Траектория наведения истребителя, реализующая обход зоны превосходства воздушной цели 29
Kulturmidi K.P., Zakharenko G.I.
The trajectory of the fighter's guidance, which implements a bypass of the air target superiority zone
- Новик А.В., Казаров Е.Г.**
Средства противовоздушной обороны Украины 34
Novik A.V., Kazarov E.G.
Means of air defense of Ukraine
- Горобчук А.Р., Степанова М.В., Степанов В.В.**
К вопросу применения углерод-углеродных композиционных материалов 42
Gorobchuk A.R., Stepanova M.V., Stepanov V.V.
On the question of the application of carbon-carbon composite materials
- Панков В.П., Швецов А.А., Коссой В.А., Зинченко И.Н.**
Исследование электромагнитных излучений радиочастот и сверхвысоких частот 48
Pankov V.P., Shvetsov A.A., Kossoy V.A., Zinchenko I.N.
Investigation of electromagnetic radiation of radio frequencies and ultrahigh frequencies
- Панков В.П., Баженов А.В., Панков Д.В.**
Исследование направлений использования углеродных волокон и тканей повышенной емкости и электропроводности 56
Pankov V.P., Bazhenov A.V., Pankov D.V.
Research of the directions of use of carbon fibers and fabrics of increased capacity and electrical conductivity

Панков В.П., Панков Д.В., Швецов А.А., Зинченко И.Н. Исследование явлений преломления и отражения электромагнитных волн на плоской границе раздела двух сред	64
Pankov V.P., Pankov D.V., Shvetsov A.A., Zinchenko I.N. Investigation of the phenomena of refraction and reflection of electromagnetic waves at the flat interface of two media	
Пивень В.А., Шипалов В.И., Закарян Р.М., Землянкин Е.Д. Перспективные материалы для получения особо чистого водорода	72
Piven V.A., Shipalov V.I., Zakaryan R.M., Zemlyankin E.D. Promising materials for the production of especially pure hydrogen	
Пивень В.А., Шипалов В.И., Строгий П.А., Кутяков В.Р. Установка для демонстрации метода зон Френеля в явлении дифракции волн СВЧ-излучения	78
Piven V.A., Shipalov V.I., Strogij P.A., Kutyaakov V.R. Installation to demonstrate the Fresnel zone method in the phenomenon of diffraction of microwave radiation waves	
Попов А.Ю., Конотоп В.И., Фурсов А.А. Повышение надежности электрических машин	83
Popov A.Y., Konotop V.I., Fursov A.A. Improving the reliability of electric machines	
Руденко В.Г. Шестое поколение авиационных комплексов: проблемы и направления развития	87
Rudenko V.G. The sixth generation of aviation complexes: problems and directions of development	
Слесаренок С.В., Захарин А.В., Бордиян Р.Н. Инерциально-спутниковая навигационная система с автокомпенсацией погрешностей автономного определения пилотажно-навигационных параметров	91
Slesarenok S.V., Zakharin A.V., Bordyan R.N. Inertial satellite navigation system with automatic compensation of errors of autonomous determination of aerospace and navigation parameters	
Захарин А.В., Мороз Д.Е. Применение гироскопических устройств и систем в современной военной технике	95
Zakharin A.V., Moroz D.E. The use of gyroscopic devices and systems in modern military equipment	
Куликова Т.А., Куликов М.В., Чабров С.Е. Актуальные вопросы военной метрологии	99
Kulikova T.A., Kulikov M.V., Chabrov S.E. Current issues of military metrology	
Куликова Т.А., Чабров С.Е. Бесконтактный метод измерения параметров	103
Kulikova T.A., Chabrov S.E. Non-contact method of parameter measurement	

Воробьев Е.В., Пичугина К.Ю. Общая характеристика и перспективы ветро-солнечных электростанций	108
Vorobyev E.V., Pichugina K.Yu. General characteristics and prospects of wind-solar power plants	
Козак Л.Г., Волков М.А. Использование языков программирования для разработки прикладных программ	112
Kozak L.G., Volcov M.A. Using the programming language for developing applications	
Панков В.П., Панков Д.В., Швецов А.А., Степанова М.В., Коссой В.А. Газотермические методы напыления покрытий и металлизации	117
Pankov V.P., Pankov D.V., Shvetsov A.A., Stepanova M.V., Kossoy V.A. Gas-thermal methods of coating spraying and metallization	
Панков В.П., Панков Д.В., Швецов А.А., Степанова М.В., Коссой В.А. Напыление плазменных металлических и комбинированных покрытий	125
Pankov V.P., Pankov D.V., Shvetsov A.A., Stepanova M.V., Kossoy V.A. Spraying of plasma metal and combined coatings	
Шахрай Е.А. Анализ устойчивости многорежимных систем с нелинейными законами управления	134
Shakhray E.A. Stability analysis of multi-mode systems with nonlinear control laws	
Волынец Д.Р., Арустамова И.С., Коробейникова И.О. Наклёп и нагартовка. Технологические особенности	139
Volynets D.R., Arustamova I.S., Korobeinikova I.O. Hardening and nagartovka. Technical features	
Молчанов В.В., Волынкин А.А. Перспективные образцы вооружения летных экипажей российских ВКС	143
Molchanov V.V., Volynkin A.A. Promising models of weapons flight crews of the russian aerospace forces	
Молчанов В.В., Колеванов А.Ю. Современное оружие летчиков ВКС Российской армии	151
Molchanov V.V., Kolevanov A.Yu. Modern weapons of the pilots of the VKS of the Russian army	
Котлов И.Н., Доценко М.А. Использование электромагнитов в авиации	156
Kotlov I.N., Dotsenko M.A. The use of electromagnets in aviation	
Панков В.П., Панков Д.В., Швецов А.А., Степанова М.В., Коссой В.А. Напыление плазменных покрытий электродуговым, магнетронным и катодным распылением	161
Pankov V.P., Pankov D.V., Shvetsov A.A., Stepanova M.V., Kossoy V.A. Spraying of plasma coatings by electric arc, magnetron and cathode spraying	

Вовкотруб В.В. Структурный синтез механизмов шестого подсемейства первого семейства	169
Vovkotrub V.V. Structural synthesis of the mechanisms of the sixth subfamily of the first family	
Коханый А.Ф., Чеснов Ю.Н., Франк Телли Зе Зе Перспективы развития самолетов с вертикальным взлетом	174
Kohaniy A.F., Chesnov Yu.N., Frank Telly Ze Ze Prospects for the development of vertical take-off aircraft	
Григорьев Г.А., Фурсина А.Б., Буков Н.Н. Возможность использования неорганических наполнителей при разработке жестких теплоизоляционных плит	179
Grigor'yev G.A., Fursina A.B., Bukov N.N. The possibility of using inorganic in the development of rigid thermal insulation boards	
Зайцева Д.А., Григорьев Г.А., Фурсина А.Б. Экологический мониторинг шумового и химического загрязнения территории КВВАУЛ	183
Zaitseva D.A., Grigoriev G.A., Fursina A.B. Environmental monitoring of noise and chemical pollution of the KVVAUL territory	
Чеснов Ю.Н., Коханый А.Ф., Стариков А.А. Самолет и птицы – фатальное противостояние	188
Chesnov Y.N., Kohaniy A.F., Starikov A.A. Development of domestic technology of variable wing geometry	
Пережогин Л.А., Черный Р.Р., Кутищев Б.Р., Шароян А.С. Современные тенденции в области разработки и применения ракет воздух-воздух	195
Perezhogin L.A., Chernyy R.R., Kutishev B.R., Sharojan A.S. Current trends in the development and application of air-to-air missiles	
Маргиев П.В., Баштовой В.Ю. Инструменты противодействия тепловизионным системам	200
Margiev P.V., Bashtovoy V.Yu. Tools for countering thermal imaging systems	
Коровин Н.А., Баштовой В.Ю. История и перспективы боевого применения беспилотных летательных аппаратов	207
Korovin N.A., Bashtovoy V.Yu. History and prospects of combat use of unmanned aerial vehicles	
Булатникова И.Н., Батютин Д.Е. Моделирование максимальной эффективности рыночной экономики	211
Bulatnikova I.N., Batyutin D.E. Mogeling of the maximum efficiency of the market economy	

Булатникова И.Н., Лашта В.В. Оптимизация построения кратчайшего пути для ряда социально-экономических задач	215
Bulatnikova I.N., Lashta V.V. Optimization of the shortest path construction for a number of socio-economic tasks	
Булатникова И.Н., Патраков П.А. Применение метода Монте-Карло для моделирования экономических процессов накопления капитала	220
Bulatnikova I.N., Patrakov P.A. Application of the Monte Carlo method for modeling economic processes of capital accumulation	
Булатникова И.Н., Яковлева Е.С. Основные аспекты разработки системы анализа эффективности производства	224
Bulatnikova I.N., Yakovleva E.S. Main aspects of the development of a production efficiency analysis system	
Данович Л.М., Гуртякова А.П. Оптимизация процедуры формирования кредитного скоринга	228
Danovich L.M., Gurtyakova A.P. Optimization of credit scoring formation procedure	
Данович Л.М., Красина И.Б., Сторчеус К.Н., Терехов В.В. Обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов	232
Danovich L.M., Krasina I.B., Storcheus K.N., Terekhov V.V. Ensuring the quality and safety of food products	
Данович Л.М., Красина И.Б., Доронина В.Г., Терехов В.В. Моделирование и конструирование нового вида кондитерских изделий функционального назначения	236
Danovich L.M., Krasina I.B., Doronina V.G., Terekhov V.V. Modeling and designing of a new type of confectionery for functional purposes	
Каминир О.Н., Сотников А.А. Применение математических методов в разработке рецептур рыборастительной продукции	241
Kaminir O.N., Sotnikov A.A. Application of mathematical methods in the development of recipes for fish-growing products	
Коренева О.В., Попова Е.С. Моделирование в строительстве (модели сложных систем)	247
Koreneva O.V., Popova E.S. Simulation in construction (models of complex systems)	
Пригодина А.Г., Матвеева О.А. Использование модели технологического учебника для создания корректирующих пособий по математике	252
Prigodina A.G., Matveeva O.A. Using a technology textbook model to create corrective math manuals	

Частикова В.А., Пешков А.Н., Карапетян А.С. Применение метода «donkey and smuggler» для решения проблемы поиска наименьшего гамильтонова цикла в полном графе	256
Chastikova V.A., Peshkov A.N., Karapetyan A.S. Usage of the donkey and smuggler method to solve the problem of finding the smallest hamiltonian cycle in a full graph	
Частикова В.А., Гуляй В.Г. Применение методов обработки естественного языка для решения задач обнаружения атак социальной инженерии	261
Chastikova V.A., Gulyay V.G. Application of natural language processing methods for solving social engineering attack detection tasks	
Частикова В.А., Козачёк К.В. Особенности использования методов обработки естественного языка в задачах фильтрации спама	265
Chastikova V.A., Kozachyok K.V. Peculiarities of using natural language processing methods in spam filtering problems	
Белецкий В.А., Шевцов Ю.Д., Ниров А.Д. Разработка принципиальной электрической схемы модернизированного стенда для технического обслуживания главных передач грузовых автомобилей	271
Beletskiy V.A., Shevtsov Yu.D., Nirov A.D. Development of the basic electrical scheme of a modernized stand for the maintenance of the main gears of cargo vehicles	
Белицкий Д.А., Шевцов Ю.Д., Ниров А.Д. Возможности управления параметрами ДВС при использовании турбонаддува	275
Belitsky D.A., Shevtsov Yu.D., Nirov A.D. The principle of operation of turbocharging	
Кузнецов К.Г., Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С. Сравнительная оценка эффективности встроенных систем диагностирования автомобилей	280
Kuznetsov K.G., Shevtsov Yu.D., Fedotov E.S. Comparative evaluation of the effectiveness of built-in car diagnostic systems	
Смолин П.И., Шевцов Ю.Д., Дудник Л.Н. Исследование вопросов по усовершенствованию диагностирования гибридных силовых установок	285
Smolin P.I., Shevtsov Yu.D., Dudnik L.N. Investigation of issues on improving the diagnosis of hybrid power plants	
Журавлев М.М., Шевцов Ю.Д., Федотов Е.С. К вопросу об использовании самоочищающихся фильтров для автомобилей	290
Zhuravlev M.M., Shevtsov Yu.D., Fedotov E.S. On the use of self-cleaning filters for cars	

Терехов Я.Д. Обзор методов построения информационных моделей объектов мониторинга	296
Terekhov Ya.D. Overview of methods for building information models of monitoring objects	
Карташова А.А., Савицкий Ю.А., Панков В.П., Терехов В.В. Метод очистки авиационного топлива для ЛА малой авиации	300
Kartashova A.A., Savitsky Yu.A., Pankov V.P., Terekhov V.V. Method of purification of aviation fuel for Small Aircraft	
Лубенцов В.Ф., Кожевникова Д.А., Прудкой А.Н. Система контроля и управления процессом осветления сточных вод на базе программного комплекса SCADA	305
Lubentsov V.F., Kozhevnikova D.A., Prudkoi A.N. System for monitoring and controlling the process of wastewater clarification based on the SCADA software package	
Лубенцов В.Ф., Савельев В.Р. Каскадная САУ температурой печи атмосферно-трубчатой установки	311
Lubentsov V.F., Savelyev V.R. Cascade ACS temperature furnace atmospheric tubular installation	
Лубенцова Е.В., Романов А.Ю., Нагорская Е.М. Решение многокритериальной задачи сравнительного анализа и выбора оптимальных альтернатив с использованием программных средств	316
Lubentsova E.V., Romanov A.Yu., Nagorskaya E.M. Solution of the multi-criteria task of comparative analysis and selection of optimal alternatives using software tools	
Лубенцова Е.В., Терехов Я.Д., Масякин С.С., Мухин В.А. Методика выбора программируемого логического контроллера проектируемой САУ	322
Lubentsova E.V., Terekhov Ya.D., Masyakin S.S., Mukhin V.A. The method of selecting a programmable logic controller of the designed ACS	
Шоничев Е.В., Меркулов П.А., Ожогова Е.В. Разработка системы аутентификации пользователя на основе RFID-технологии и микроконтроллера семейства ATMEGA	328
Shonichev E.V., Merkulov P.A., Ozhogova E.V. Development of a user authentication system based on RFID technology and ATMEGA family microcontroller	
Давков О.А., Ожогова Е.В. Разработка системы двунаправленного подсчета посетителей на базе инфракрасного датчика	333
Davkov O.A., Ozhogova E.V. Development of a bidirectional visitor counting system based on an infrared sensor	
Вовкотруб В.В. Структурный синтез механизмов седьмого подсемейства первого семейства	338
Vovkotrub V.V. Structural synthesis of the mechanisms of the seventh subfamily of the first family	

- Вовкотруб В.В.**
Структурный синтез механизмов восьмого подсемейства первого семейства 344
- Vovkotrub V.V.**
Structural synthesis of mechanisms of the eighth subfamily of the first family

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ..... HUMANITIES SCIENCES

- Медведев В.И.**
Потери ВВС в годы Великой Отечественной войны и их основные причины 351
- Medvedev V.I.**
Air force losses during the Great Patriotic war and their main reasons

- Грошев Р.В.**
Военное образование СССР в годы Великой Отечественной войны и в послевоенном периоде 358
- Groshev R.V.**
Military education of the USSR during the Great the Patriotic war and the post-war period

- Стрелецкий Я.И.**
Русский космизм: философское направление 362
- Streleckiy Ya.I.**
Russian cosmism: a philosophical direction

- Маркевич А.В., Трухляев Д.А., Швец С.В.**
Защита интересов РФ на арктическом направлении 366
- Markevich A.V., Trukhlyaev D.A., Shvets S.V.**
Protection of the interests of the Russian federation in the Arctic

- Дунайцев А.И.**
О критериальном модуле воинского труда 371
- Dunaitsev A.I.**
About the criterion module of military labor

- Ветвицкая С.М., Никитин В.Л.**
Патриотизм: вчера и сегодня 376
- Vetvitskaya S.M., Nikitin V.L.**
Patriotism: yesterday and today

- Духанин М.М.**
Перспективы использования индивидуального образовательного маршрута обучающегося в информационно-образовательной среде вуза 380
- Duhanin M.M.**
Prospects of using the individual educational route of the student in the information and educational environment of the university

- Чуфистов И.Е., Куликова Н.М., Куликова Т.А.**
Актуализация проблемы развития стрессоустойчивости военнослужащих 385
- Chufistov I.E., Kulikova N.M., Kulikova T.A.**
Updated problem of development of stress resistance of military personnel

Куликова Т.А., Куликова Н.М. К вопросу о возможности индивидуализации обучения в военных вузах	389
Kulikova T.A., Kulikova N.M. To the question of the possibility of individualization of training in military higher education institutions	
Горбатко Р.А., Лукинова М.Г. По ступеням в космос	393
Gorbatko R.A., Lukinova M.G. Up the steps into space	
Сорокин С.В., Лукинова М.Г. Особенности психосенсорных реакций в состоянии невесомости	398
Sorokin S.V., Lukinova M.G. Features of psychosensory reactions in a state of weightlessness	
Савицкий Ю.А., Терехов В.В., Нefeldовский В.А., Савицкая Е.А. Мораль как потенциал нравственного развития личности	403
Savitsky Yu.A., Terekhov V.V., Nefedovsky V.A., Savitskay E.A. Morality as a potential for moral development of the individual	
Савицкий Ю.А., Терехов В.В., Нefeldовский В.А. Технологии искусственного интеллекта и виртуальной реальности в образовании	408
Savitsky Yu.A., Terekhov V.V., Nefedovsky V.A. Artificial intelligence and virtual reality technologies in education	
Сараев И.В., Духанин М.М. Пути повышения эффективности процесса обучения курсантов-летчиков	412
Saraev I.V., Dukhanin M.M. Ways to increase the efficiency of the training process of pilot cadets	
Слесаренок С.В., Слесаренок И.В. Проблемы компетентностной модели обучения военных специалистов	417
Slesarenok S.V., Slesarenok I.V. Problems of competency model of training military specialists	
Мутовкина Ж.В., Степанова М.В., Степанов В.В., Нefeldовский В.А. Средства компьютерного моделирования в образовательном процессе, как фактор, влияющий на творческий потенциал обучающихся	421
Mutovkina Zh.V., Stepanova M.V., Stepanov V.V., Nefedovsky V.A. Computer modeling tools in the educational process as a factor influencing the creative potential of students	
Бугреев С.В., Букаткин Р.Н. Приемы пространственного технического рисования как важный элемент обучения, самовыражения и транслирования мысли в учебном процессе	428
Bugreev S.V., Bukatkin R.N. Techniques of spatial technical drawing as an important element of learning, self-expression and transliteration of thought in the educational process	

Дейкун Д.Г., Турчин В.А., Петренко Е.А., Доценко М.А. Использование редактора Unreal Editor для разработки мультимедийных образовательных ресурсов	432
Deykun D.G., Turchin V.A., Petrenko E.A., Dotsenko M.A. Using Unreal Editor to develop multimedia educational resources	
Сараев И.В. Стандарты информационных технологий в обучающих системах и их реализация	437
Saraev I.V. Information technology standards in learning systems and their implementation	
Колесников В.П., Энсис Е.И., Вовкотруб В.В., Берёзкин Д.А. Квантовые струны	441
Kolesnikov V.P., Ensis E.I., Vovkotrub V.V., Berezkin D.A. Quantum strings	
Видад Зейн, Степанов В.В., Степанова М.В., Савицкий Ю.А. К вопросу реализации интеллектуального анализа данных в интеллектуальных информационных системах поддержки принятия решения	448
Vidad Z., Stepanov V.V., Stepanova M.V., Savitsky Yu.A. On the implementation of data mining in intelligent information systems for decision support	
Исаев Г.Р., Божко С.В. Современные модели профессионального самоопределения обучающихся в вузах	453
Isaev G.R., Bozhko S.V. Modern models of professional self-determination of students in universities	
Колесников В.П., Энсис Е.И., Фролов П.Ю., Хоанг Нгок Туен Во всем присутствуют полюса	458
Kolesnikov V.P., Ensis E.I., Frolov P.Yu., Hoang Ngoc Tuen There are poles in everything	
Колесников В.П., Энсис Е.И., Терехов В.В., Кусумкулов Э.Р. Развитие представлений об устройстве Вселенной	463
Kolesnikov V.P., Ensis E.I., Terekhov V.V., Kusumkulov E.R. The development of ideas about the structure of the Universe	
Медведева В.В., Жучкова В.В. Моделирование кредитного риска банков	470
Medvedeva V.V., Zhuchkova V.V. Modeling of banks' credit risk	
Сараев И.В. Оценка эффективности электронного обучения в вузе	476
Saraev I.V. Assessment of the efficiency of electronic learning at the higher educational institution	

Колесников В.П., Энсис Е.И., Вовкотруб В.В., Березкин Д.А. В поиске природы времени	481
Kolesnikov V.P., Ensis E.I., Vovkotrub V.V., Berezkin D.A. Time culture and time efficiency	
Черный Р.Р., Пережогин Л.А., Савицкий Ю.А., Попов И.Н. Педагогические инновации в современной системе образования	487
Chernyy R.R., Perezhogin L.A., Savitsky Yu.A., Popov I.N. Pedagogical innovations in the modern education system	
Головнина Н.В., Черный Р.Р. Формирование профессиональных компетенций при решении задач рационального распределения сил и средств в курсовой работы	492
Golovnina N.V., Chernyy R.R. Formation of professional competencies in solving the problems of rational distribution of forces and means in the course work	
Чумак П.В., Чумак И.А., Васькова Н.И. Организационные и педагогические условия управления образовательным процессом в вузе	496
Chumak P.V., Chumak I.A., Vaskova N.I. Organizational and pedagogical conditions of educational process management at the university	
Шипулин М.В., Шайдуллин Т.В. Современная военная беспилотная авиация Российской Федерации и роль кадровых сотрудников при их эксплуатации	501
Shipulin M.V., Shaidullin T.V. Modern military unmanned aircraft of the Russian Federation and the role of personnel in their operation	
Терехов В.В., Гукасян В.А. Современный взгляд на роль математической грамотности обучаемых	505
Terekhov V.V., Gukasyan V.A. A modern view of the role mathematical literacy of students	
Короткевич А.А., Евлентьев В.В. Анализ состояния и перспективы развития системы летной подготовки ВКС ВС РФ	509
Korotkevich A.A., Evlentyev V.V. Analysis and development prospects of the air space force flight training system of the armed forces of the Russian Federation	

**Приветствие участникам
XII Международной научно-практической конференции молодых учёных,
Посвященной 61-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос**

Уважаемые коллеги! Поздравляю Вас с проведением XII Международной научно-практической конференции молодых учёных, посвященной 61-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Из года в год данная конференция, проводимая при поддержке Министерства обороны Российской Федерации, является значительным событием в научно-практической деятельности нашего вуза и города Краснодара.

Наша конференция затрагивает многие актуальные вопросы развития науки на её современном этапе развития, в частности:

1. Исследование систем и комплексов военного назначения.
2. Моделирование естественнонаучных процессов.
3. Компьютерные технологии и информационная безопасность.
4. Инновационные технологии в образовательном процессе.
5. Инжиниринг в авиационной и ракетно-космической техники.
6. Техносферная безопасность.

Считаю, что главная цель проведения конференции заключается в обмене передовым опытом и знаниями при проведении научных исследований. Я уверен, что полученные результаты будут реализованы в конкретные проекты военной науки современной России, а предложенные рекомендации действительно найдут своё применение в практической деятельности.

Желаю всем участникам и организаторам конференции успехов в научно-исследовательской работе, конструктивного диалога и эффективного взаимодействия!

С уважением,
Начальник Краснодарского высшего военного
авиационного училища летчиков имени А.К. Серова
генерал-майор



С. Румянцев

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

**NATURAL
AND TECHNICAL
SCIENCES**

УДК 621.396.96

**ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ОЦЕНКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
К ТОЧНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЦЕНОК**



**MEASURING AND COMPUTING SYSTEM
OF AN AIRCRAFT WITH AN ASSESSMENT OF SENSITIVITY
TO THE ACCURACY OF FORMING ESTIMATES**

Захаренко Г.И.

кандидат технических наук, доцент,
Краснодарское высшее военное
авиационное училище летчиков
zgi3791@rambler.ru

Захаренко Д.Г.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
zgi3791@rambler.ru

Аннотация. В статье проведено исследование чувстви-
тельности измерительно-вычислительной системы лета-
тельного аппарата к точности формирования оценок.

Ключевые слова: измерительно-вычислительная система
летательного аппарата.

Zakharenko G.I.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School,
zgi3791@rambler.ru

Zakharenko D.G.

Student,
Kuban State Technological
University University
zgi3791@rambler.ru

Abstract. In the article, investigates the
sensitivity of the measuring and computing
system of the aircraft to the accuracy of
the formation of estimates.

Keywords: measuring and computing
system of an aircraft.

Чувствительность измерительно-вычислительной системы летательного аппарата (ЛА) к точности формирования оценок может быть исследована по известной [1] методике. При этом в качестве показателя чувствительности используется ошибка формирования сигнала оптимального управления ΔU_{opt} , обусловленная погрешностями оценивания фазовых координат x_j ($j = 1, 2, \dots, n$), которые требуются для формирования сигналов оптимального управления [3].

Ошибки оценивания определяются как:

$$\Delta_{x_j} = x_j - \hat{x}_j, \quad (1)$$

где \hat{x}_j – оцененное значение x_j .

При этом вышеуказанные ошибки полагают достаточно малыми и взаимно независимыми.

В этих условиях ошибка формирования сигнала оптимального управления ΔU_{opt} может быть определена следующим выражением:

$$\Delta U_{opt} = \sum_{j=1}^n \eta_j \Delta_{x_j}, \quad (2)$$

$$\eta_j = \left. \frac{dU_{opt}(\hat{x}_1, \hat{x}_2, \dots, \hat{x}_n)}{d\hat{x}_j} \right|_{\hat{x}_j = x_j}. \quad (3)$$

где η_j – коэффициент чувствительности сигнала оптимального управления по фазовой координате x_j .

Оценка чувствительности измерительно-вычислительной системы ЛА к точности формирования оценок будет определяться при следующих условиях.

1. Формирование закона оптимального управления как ЛА, так и полосой пропускания фильтра доплеровских частот (ФДЧ) производится по закону:

$$\begin{aligned} j_{\delta.onm} &= \frac{q_1 \hat{D}^{-1}}{k_1} \left[\hat{\omega} - \hat{\omega}_{m.onm} + \frac{U_{\delta.onm} k_2}{q_2 B_{\delta}} \right], \\ U_{\delta.onm} &= \frac{q_2 B_{\delta}}{k_2} \left[\hat{\omega}_{m.onm} - \hat{\omega} + \frac{j_{\delta.onm} k_1 \hat{D}}{q_1} \right]. \end{aligned} \quad (4)$$

2. Каналы управления ЛА в вертикальной и горизонтальной плоскостях взаимонезависимы и не влияют друг на друга.

Тогда для системы управления ЛА из формул (4) и (3) следует:

$$\begin{aligned} \eta_D &= \frac{q_1}{k_1 D^2} (\omega - \omega_m); \\ \eta_{\omega_m} &= -\frac{q_1}{k_1 D}; \\ \eta_{\omega} &= \frac{q_1}{k_1 D}, \end{aligned} \quad (5)$$

где η_D , η_{ω_m} , η_{ω} – коэффициенты чувствительности формирователя сигнала оптимального управления ЛА по D , ω_m и ω соответственно.

Тогда ошибка формирования сигнала оптимального управления ЛА будет иметь вид:

$$\Delta j_{\delta.onm} = \frac{q_1}{k_1 D} \left[(\omega_m - \omega) \frac{\Delta D}{D} - \Delta_{\omega_m} + \Delta_{\omega} \right], \quad (6)$$

где Δ_D , Δ_{ω_m} , и Δ_{ω} – погрешности оценивания D , ω_m и ω соответственно.

В свою очередь, для системы управления полосой пропускания ФДЧ следует:

$$\begin{aligned} \eta_{ap} &= \frac{q_2 B_{\delta}}{2k_2 l_{\min} F_{\phi\delta\chi.onm}}; \\ \eta_{F\delta} &= -\frac{q_2 B_{\delta} \lambda_0}{2k_2 l_{\min} N}, \end{aligned} \quad (7)$$

где η_{ap} , $\eta_{F\delta}$, – коэффициенты чувствительности формирователя сигнала оптимального управления полосой пропускания ФДЧ.

Ошибка формирования сигнала оптимального управления полосой пропускания ФДЧ будет иметь вид:

$$\Delta U_{\delta.onm} = \frac{q_2 B_{\delta}}{2k_2 l_{\min}} \left[\frac{\Delta_{ap}}{F_{\phi\delta\chi.onm}} - \frac{\lambda_0 \Delta_{F\delta}}{N_{om\chi}} \right], \quad (8)$$

где Δ_{ap} и $\Delta_{F\partial}$ – ошибки оценивания радиального ускорения сближения ЛА с целью и измерения частоты дискретизации соответственно.

Анализ формулы (8) показывает, что ошибка измерения частоты дискретизации незначительно влияет на величину $\Delta U_{\partial.onm}$ и ею можно пренебречь [2]. Тогда соотношение (8) может быть приближенно записано как

$$\Delta U_{\partial.onm} \approx \frac{q_2 B_{\partial} \Delta_{ap}}{2k_2 l_{\min} F_{\partial ch.onm}}. \quad (9)$$

На рисунках 1 и 2 представлены зависимости ошибок формирования законов оптимального управления ЛА и полосой пропускания ФДЧ в их бортовых радиолокационных системах.

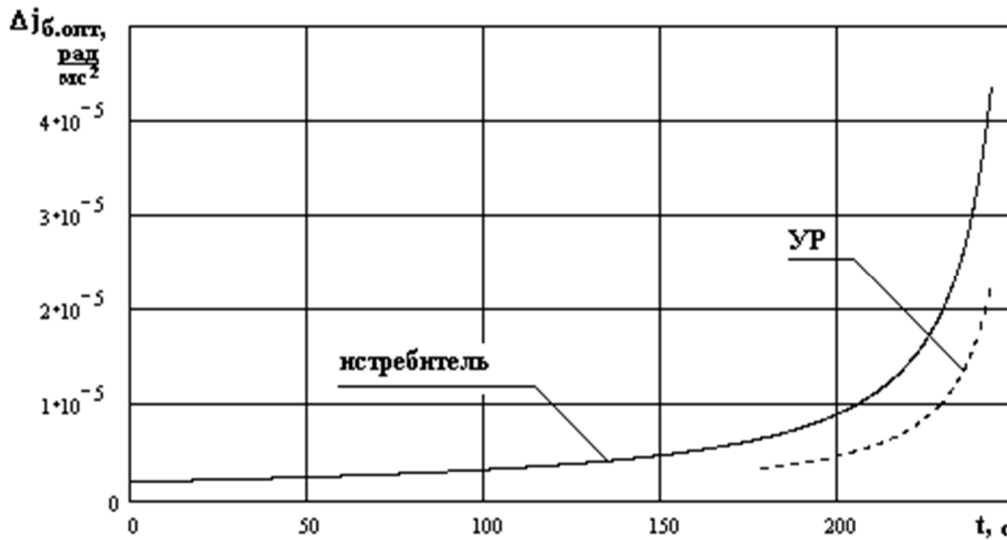


Рисунок 1 – Зависимости ошибок формирования законов оптимального управления ЛА в бортовых радиолокационных системах

При этом коэффициенты штрафов и коэффициенты эффективности сигналов управления полосой пропускания ФДЧ выбирались из известных условий соответственно.

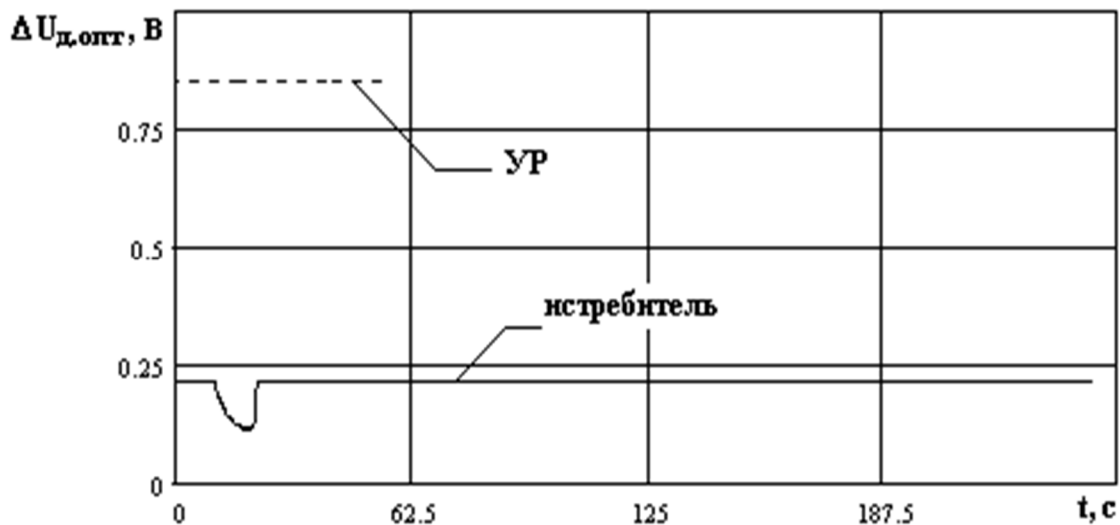


Рисунок 2 – Зависимости ошибок формирования законов оптимального управления полосой пропускания ФДЧ в бортовых радиолокационных системах

Ошибки измерений выбраны исходя из тактико–технических характеристик реальных измерителей [2]:

$$\Delta_D = 150\text{м}, \Delta_\omega = 10^{-4}\text{рад/с}, \Delta_{ар} = 0,5\text{м/с}^2.$$

Величина $\Delta_{от}$ из-за малости не учитывалась.

Анализ данных графиков, а также формул позволяет сделать следующие выводы.

1. Чувствительность информационно-вычислительной системы ЛА, оптимальное управление которым осуществляется по закону (4), определяется не только погрешностью измерений, но и условиями применения (дальностью до цели и значением угловой скорости вращения линии визирования).

2. На начальном участке самонаведения наибольший вклад в общую ошибку формирования сигнала оптимального управления ЛА вносит угломерный канал ЛА.

3. С уменьшением дальности до цели в процессе самонаведения ЛА начинает превалировать ошибка измерения дальности, вносимая дальномером ЛА.

4. Ошибка формирования сигнала оптимального управления полосой пропускания ФДЧ также зависит от условий применения ЛА (от радиального ускорения сближения ЛА с целью). Однако эта зависимость существует при превышении значения $F_{фдч.опт}$ минимального значения $F_{фдчmin} = 10$ Гц.

Принимая во внимание идентичность каналов управления ЛА в горизонтальной и вертикальной плоскости, данные выводы будут справедливы для обоих каналов управления ЛА.

Таким образом, наличие ошибок измерения параметров, как собственного движения ЛА, так и взаимного перемещения ЛА относительно групповой воздушной цели (ГВЦ) обуславливает ошибки формирования сигналов оптимального управления в его ИВС и, следовательно, ошибку формирования требуемой траектории самонаведения ЛА, обеспечивающей заданные условия радиолокационного разрешения ГВЦ даже при отсутствии ее активного маневрирования.

В свою очередь, ограничения по маневренным характеристикам ЛА обуславливают появление динамической ошибки самонаведения ЛА при наличии маневра ГВЦ.

Список литературы:

1. Меркулов В.И. Авиационные системы радиоуправления. Ч. 1: Теоретические основы синтеза и анализа авиационных систем радиоуправления. Ч. 2: Радиоэлектронные системы самонаведения / В.И. Меркулов, В.Н. Лепин. – М. : Радио и связь, 1996. – 321 с.
2. Захаренко Г.И. Системы связи : учебное пособие для студентов (курсантов) вузов / Г.И. Захаренко, С.И. Макаренко, В.И. Сапожников, В.Е. Федосеев; Под общ. ред. С.И. Макаренко. – Воронеж, 2011. – 231 с.
3. Культурмиди К.П. Многофункциональная РЛС на основе активной фазированной антенной решетки / К.П. Культурмиди, Д.Г. Захаренко // Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященных 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос, КВВАУЛ 2021. – С. 134–137. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. С. 41–43.

**ПЕРСПЕКТИВЫ И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АВИАЦИОННЫХ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ
ГРАЖДАНСКОГО И ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**



**PROSPECTS AND FEATURES OF THE USE
OF AVIATION AIR POWER COMPLEXES FOR
THE POWER SUPPLY OF CIVIL AND MILITARY AIRCRAFT**

Кашин Я.М.

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

Князев А.С.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее военное
авиационное училище лётчиков
agent-483@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы перспективы и особенности использования авиационных ветроэнергетических комплексов на борту ВС гражданского и военного назначения для энергоснабжения различных потребителей, предназначенных для решения различных задач. Рассмотрены примеры использования АВЭК на борту ВС отечественного и зарубежного производства.

Ключевые слова: авиационный ветроэнергетический комплекс, ветроагрегат, система энергоснабжения.

Kashin Ya.M.

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

Knyazev A.S.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
agent-483@yandex.ru

Abstract. The article discusses the prospects and features of the use of aviation wind power complexes on board civil and military aircraft for power supply to various consumers designed to solve various tasks. Examples of the use of AVEC on board aircraft of domestic and foreign production are considered.

Keywords: aviation air power complex, energy complex, wind turbine, power supply system.

Авиационные ветроэнергетические комплексы (АВЭК) являются достаточно простыми и эффективными устройствами для получения электроэнергии на ВС в полёте (при планировании). Они являются автономными устройствами, вступающими в работу при отказе основных источников электроэнергии, но, в отличие от аккумуляторных батарей (АБ), могут работать продолжительное время, вплоть до посадки, обеспечивая работу приёмников первой категории [1, 2].

АВЭК содержит воздушную турбину, электрическую и/или гидравлическую ветроэнергетическую установку, механическую систему крепления, уборки-выпуска и обеспечивает аварийное питание гидросистемы и/или СЭС за счёт восприятия энергии воздушного потока. В состав АВЭК входят не только устройства, выпускаемые в воздушный поток, но и устройства, находящиеся под фюзеляжем ВС и обеспечивающие работу систем и агрегатов АВЭК (в том числе регулятор напряжения электрогенератора, регулятор давления гидронасоса, система встроенного контроля, управления, сигнализации, защиты и др.).

АВЭК просты по конструкции и неприхотливы в обслуживании, при переходе в рабочий режим не потребляют авиационное топливо и не зависят от других источников энергии с ограниченным временем работы.

АВЭК могут использоваться в качестве основных и аварийных источников энергии. Известно, что в качестве основных источников электроэнергии АВЭК использовались на дирижаблях [3] (рис. 1) [4] и самолетах (рис. 2) примерно до 1930 г., после чего от АВЭК постепенно стали переходить к основным генераторам с приводом от авиадвигателя.

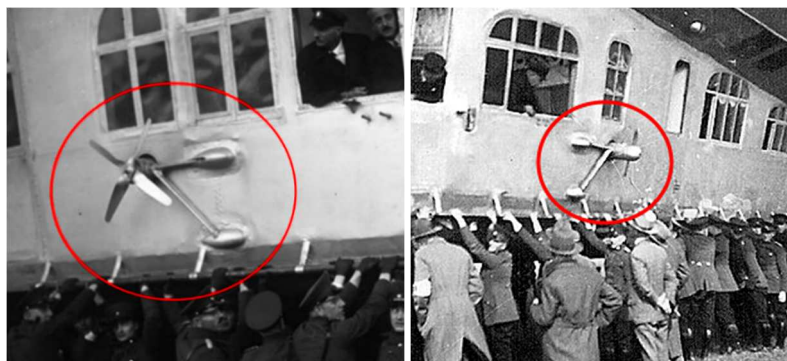


Рисунок 1 – АВЭК с электрогенератором (в убранном положении) на дирижабле Zeppelin LZ 127

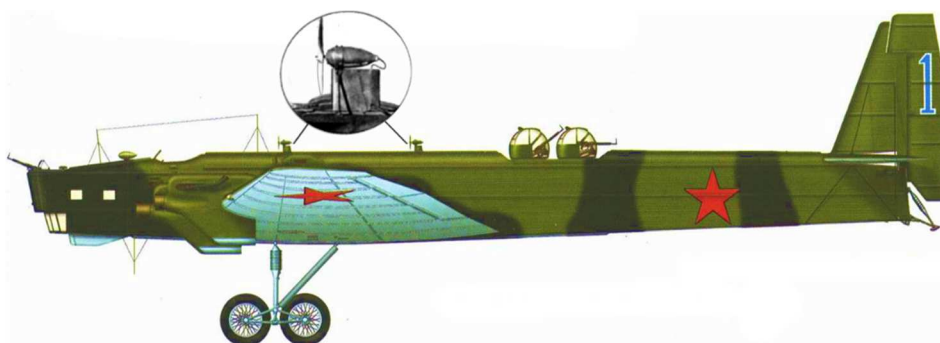


Рисунок 2 – АВЭК типа ЦАГИ («ветрянка») на самолёте ТБ-3

В настоящее время АВЭК используются далеко не на всех типах ВС гражданского и военного назначения. Среди гражданских ВС АВЭК оснащены все современные пассажирские самолеты компаний Airbus и Boeing, а также ряд самолетов бизнес-авиации и региональных пассажирских самолетов компаний Embraer (рис. 3) и Bombardier [5]. АВЭК также используются на отечественных самолётах Суперджет-100 (рис. 4) и MC21 (рис. 5).



Рисунок 3 – АВЭК на самолёте ERJ-175 (Бразилия)



Рисунок 4 – АВЭК с электрогенератором на самолёте Суперджет-100



Рисунок 5 – АВЭК с гидронасосом и электрогенератором на самолёте MC-21

В настоящее время использование АВЭК на пассажирских ВС в качестве аварийных источников энергии значительно увеличивает вероятность безопасного завершения полёта в случае отказа основных источников электрической и/или гидравлической энергии, а также при отказе авиадвигателей (одного или нескольких), что, в совокупности с вышеперечисленными преимуществами, делает дальнейшее развитие АВЭК и их агрегатов перспективным и востребованным.

На сегодняшний день АВЭК продолжают использоваться в качестве основных источников энергии. Одним из таких примеров является применение АВЭК в самолётах, предназначенных для опыления полей, например, Piper J3C (рис. 6) и Thrush Commander 600 (рис. 7), при этом не требуется ставить вал отбора мощности, двигатель ВС остаётся немодифицированным, и самолёт проходит допуск к эксплуатации [6].



Рисунок 6 – АВЭК на самолёте Piper J3C

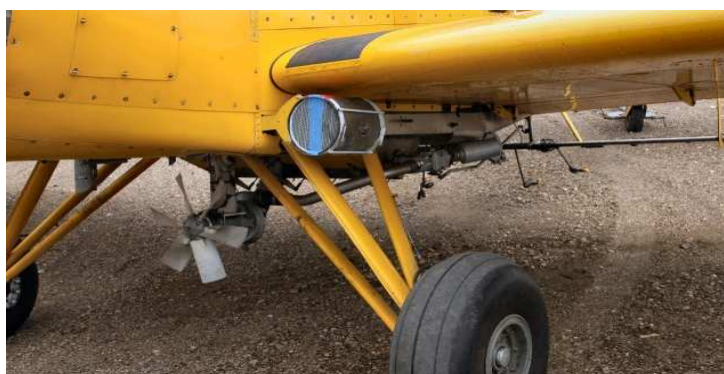


Рисунок 7 – АВЭК на самолёте Thrush Commander 600

АВЭК также используются для энергоснабжения бортовых систем ВС военного назначения. Например, на самолёте Л-39 (рис. 8) АВЭК используется в качестве аварийного источника электроэнергии постоянного тока напряжением 27 В мощностью 3 кВт [7].

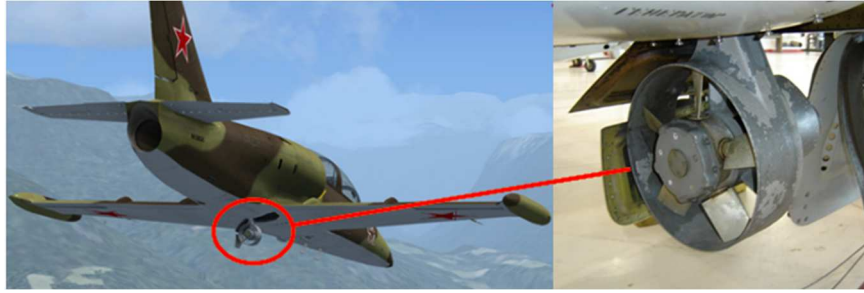


Рисунок 8 – АВЭК с электрогенератором на самолёте Л1-39

Однако, в настоящее время АВЭК на ВС военного назначения используются не только в качестве аварийных, но и в качестве основных источников энергии (рис. 9, 10). В качестве примера можно привести использование АВЭК на подвесных контейнерах. Оборудование, размещаемое в таких контейнерах, позволяет значительно расширить возможности ВС (например, для выполнения задач дозаправки в воздухе, связи, радиоэлектронной разведки, радиоэлектронного противодействия и др.) без необходимости модернизации бортового оборудования. При этом АВЭК, установленный на контейнере, позволяет не увеличивать нагрузку на бортовую систему электроснабжения или гидросистему ВС [1].



Рисунок 9 – АВЭК на подвесном контейнере с системой дозаправки в воздухе

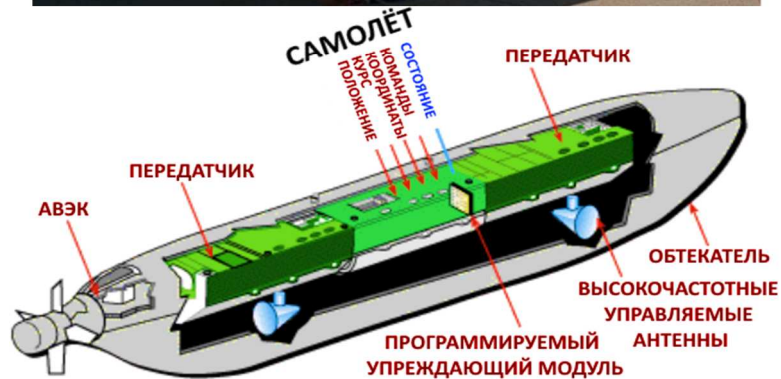


Рисунок 10 – АВЭК на подвесном контейнере с системой радиоэлектронной разведки и борьбы ALQ-99

Известно также, что АВЭК с электрогенератором использовались в некоторых свободно падающих ядерных бомбах, например British Yellow Sun, для питания радиовысотомера и взрывателя [8].

Еще одним образцом подвешенного оборудования является HiRAT, разработанный компанией ATGI (США) (рис. 11). HiRAT является АВЭК большой мощности, который предназначен для обеспечения электроэнергией системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ), разведки, и наблюдения, а также для аварийной выработки электроэнергии для ВС как военного, так и гражданского назначения [9].

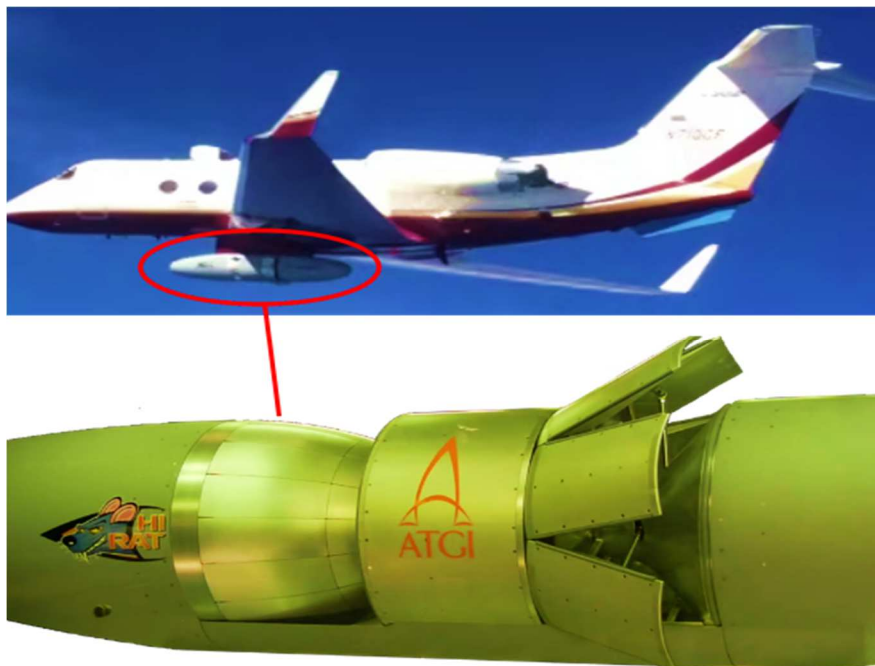


Рисунок 11 – АВЭК повышенной мощности (Hi-RAT) на внешней подвеске

Этот АВЭК может выпускаться в различных габаритах и иметь следующие характеристики:

- ВТ диаметром от 3 до 65 см и более (мощностью от 0,5 до 500 кВА и более);
- система охлаждения – воздушная или жидкостная;
- генерирование постоянного или переменного тока.

Преимущества использования АВЭК в подвесных контейнерах системах состоят в том, что они могут быть использованы для расширения возможностей ВС без необходимости его модернизации, т.е. есть появляется возможность расширить спектр задач, выполняемых ВС без необходимости дорогостоящих доработок его энергосистем. Это может казаться и без того очевидным и не очень нужным, так как в настоящее время каждый тип ВС, предназначенный для выполнения тех или иных задач, уже имеет на борту необходимое оборудование.

На замену устаревшей системе ALQ-99 (рис. 10) на платформе Hi-RAT по заказу ВМС США компанией Raytheon разработана и успешно испытана подвесная система радиоэлектронной разведки и борьбы под названием ALQ-249 для самолёта EA18G «Growler» (рис. 12, 13), являющаяся ответом на российскую разработку «Хибины» и содержащая АВЭК с электрогенератором [10].

Для самолётов большой грузоподъёмности, предназначенных для выполнения задач радиоэлектронной разведки и борьбы, разработаны аналогичные системы с энергоагрегатом большой мощности до 500 кВА и более (рис. 14), использование которых может изменить тактику ведения воздушного боя и проведения военных операций [11].

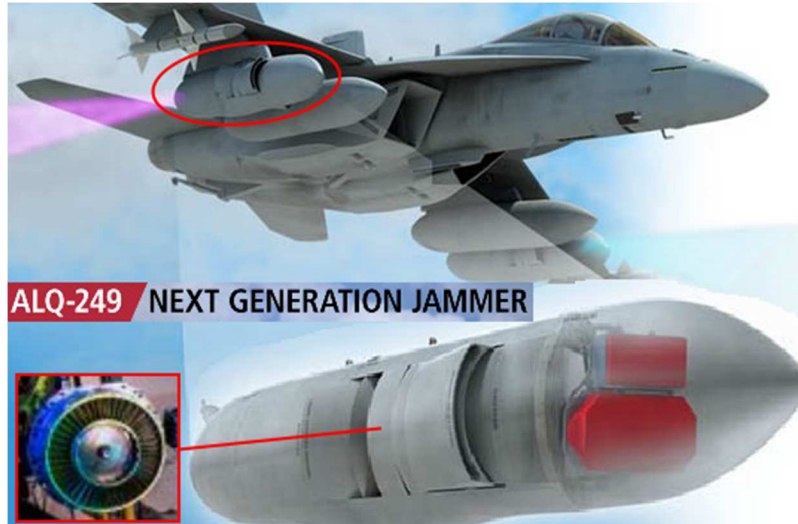


Рисунок 12 – АВЭК внутри подвесного контейнера с системой радиоэлектронной разведки и борьбы ALQ-249



Рисунок 13 – Устройство подвесной системы радиоэлектронной разведки и борьбы ALQ-249



Рисунок 14 – АВЭК внутри подвесного контейнера с системой радиоэлектронной разведки и борьбы большой мощности

Управление войсками в настоящее время осуществляется путем информационного обмена по беспроводным каналам связи, поэтому превосходство в сфере радиоэлектронного подавления и разведки позволяет контролировать информационное поле. Доминирование в этой области позволит глушить сигналы противника и одновременно обеспечивать защиту собственных сигналов, поэтому разработке подобных систем в США уделяется очень большое внимание. На рисунке 15 представлено многообразие АВЭК зарубежного производства, что говорит о широком использовании АВЭК в составе бортового оборудования ВС различного назначения.

личивать мощность бортовых источников энергии, которые установлены на силовой установке. Размещение более мощных генераторов на месте старых является сложной, а иногда невыполнимой задачей без проведения трудоёмких работ по изменению рамы крепления двигателя, генератора, фюзеляжа и т.д. В этом случае применение неубирающегося АВЭК (рис. 1, 2, 6, 7) или АВЭК в подвесном контейнере (рис. 9, 10) может стать простым и эффективным техническим решением, позволяющим быстро и качественно решить задачу энергоснабжения дополнительного оборудования.

На сегодняшний день АВЭК на ВС гражданского и военного назначения в отечественной авиации используются не столь массово, как в авиации США. Опыт зарубежных стран показывает, что применение АВЭК позволяет дать новые возможности ВС без необходимости модернизации бортового оборудования, а также повысить безопасность полётов для сохранности жизней пассажиров и экипажа, а также обеспечения целостности перевозимых грузов.

Таким образом, развитие АВЭК в отечественной авиации на ВС гражданского и военного назначения имеет большие перспективы и требует незамедлительной разработки и внедрения современных образцов, учитывающих передовой опыт зарубежных стран.

Список литературы:

1. Кашин Я.М. Современное состояние аварийных авиационных электрогенераторов / Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, А.С. Князев, В.А. Бац // Актуальные вопросы исследований в авионике – теория, обслуживание, разработки «АВИАТОР»: сборник научных статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции 16–17 февраля 2017 г. ВУНЦ ВВС «ВВА». Воронеж. – С. 41–50.
2. Кашин Я.М. Современное состояние аварийных авиационных электрогенераторов / Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, А.С. Князев, В.А. Бац // Актуальные вопросы исследований в авионике – теория, обслуживание, разработки «АВИАТОР»: сборник научных статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции 16–17 февраля 2017 г. ВУНЦ ВВС «ВВА». – Воронеж. – С. 41–50.
3. Ram air turbine. – URL : https://en.wikipedia.org/wiki/Ram_air_turbine (дата обращения 10.03.2022).
4. Zeppelin LZ127b. – URL : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ZeppelinLZ127b.jpg> (дата обращения 10.03.2022).
5. Tooley M. Aircraft Electrical and Electronic Systems / M. Tooley, D. Wyatt. – Elsevier, 2009.], [Moir, I. Civil Avionics Systems. Second Edition/ Ian Moir, Allan Seabridge, Malcolm Jukes. – Wiley, 2013.
6. Аварийная авиационная турбина. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Аварийная_авиационная_турбина (дата обращения 10.03.2022).
7. Самолет Л-39. Ч. 2: Авиационное и радиоэлектронное оборудование самолета // М. : Военное издательство. – 1990. – 272 с.
8. Khurana K.C. «Aviation Management: Global Perspectives», New Delhi: Global India Publications Pvt Ltd. – 2009. – P. 80–81.
9. Ram Air Turbines – ATGI – Advanced Technologies Group. – URL : <https://atgi.us/products-and-services/ram-air-turbines/#.YW3TwHomz4Y> (дата обращения 10.03.2022).
10. Комплекс РЭБ «Хибины» чудо-оружие армии России? – URL : <https://topwar.ru/128491-kompleks-reb-hibiny.html> (дата обращения 10.03.2022).
11. Глушащая война. 2 часть. – URL : <https://en.topwar.ru/116560-voyna-v-efire-chast-2.html> (дата обращения 10.03.2022).
12. Collins Aerospace Building Ram Air Turbine Wind Tunnel. – URL : <https://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2021-05-12/collins-aerospace-building-ram-air-turbine-wind-tunnel> (дата обращения 10.03.2022).
13. Американцы переделают транспортники в беспилотные перевозчики контейнеров. – URL : <https://nplus1.ru/news/2018/03/22/container> (дата обращения 10.03.2022).
14. ВВС США массово превращают устаревшие F-16 в беспилотники. – URL : <https://www.techcult.ru/technics/7599-vvs-ssha-prevrashayut-f-16-v-bespilotniki> (дата обращения 10.03.2022).
15. Беспилотники военного назначения, созданные на базе снятых с вооружения самолетов. – URL : <https://topwar.ru/188809-bespilotniki-voennogo-naznachenija-sozdannye-na-baze-snjatyh-s-vooruzhenija-samoleto.html> (дата обращения 10.03.2022).

УДК 623.681.93

ТРАЕКТОРИЯ НАВЕДЕНИЯ ИСТРЕБИТЕЛЯ, РЕАЛИЗУЮЩАЯ
ОБХОД ЗОНЫ ПРЕВОСХОДСТВА ВОЗДУШНОЙ ЦЕЛИ



THE TRAJECTORY OF THE FIGHTER'S GUIDANCE, WHICH IMPLEMENTS
A BYPASS OF THE AIR TARGET SUPERIORITY ZONE

Культурмиди К.П.

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

Захаренко Г.И.

кандидат технических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
zgi3791@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрен метод наведения истребителя на воздушную цель, позволяющий наряду с перехватом решить задачу обхода зоны её превосходства.

Ключевые слова: метод наведения, воздушная цель, обнаружение и захват, дифференциальные уравнения.

Kulturmidi K.P.

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

Zakharenko G.I.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
zgi3791@rambler.ru

Abstract. In the article considers the method of aiming a fighter at an air target, which allows, along with interception, to solve the problem of bypassing the zone of its superiority.

Keywords: guidance method, air target, detection and capture, differential equations.

Возможны случаи в процессе наведения на воздушные цели, когда экипаж самолёта противника обнаруживает первым наш истребитель с помощью своей бортовой РЛС и первым применяет оружие с высокой вероятностью поражения нашего самолёта. Такая ситуация может возникнуть, если самолёт противника оборудован бортовой РЛС (БРЛС), дальность действия которой превышает дальность обнаружения БРЛС нашего истребителя. В таких условиях возникает задача формирования траектории наведения истребителя на воздушную цель, которая исключала бы преждевременное его обнаружение и захват бортовой станцией противника.

Продуктивным направлением при разработке методов наведения с обходом подвижной зоны превосходства цели является использование математического аппарата метода обратных задач динамики [1, 2]. Обратная задача динамики заключается в нахождении управляющих воздействий или сил по заданным свойствам движения системы, описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями. Требуемые свойства могут задаваться либо в виде частных интегралов, либо в виде заданных свойств фазового портрета. В данном случае требуемые свойства движения системы «истребитель – воздушная цель» задаются подбором фазовых портретов соответствующей системы дифференциальных уравнений [3].

Для получения метода наведения, формирующего траекторию с обходом зоны превосходства воздушной цели, удобно использовать земную подвижную систему координат $OX'Y'$, изображённую на рисунке 1, центр которой находится в центре масс цели, а ось OX' повернута относительно оси OX земной стабилизированной системы координат OXY на угол φ , где $\varphi = \Psi_c + q$; Ψ_c – угол пути цели; q – заданный угол встречи.

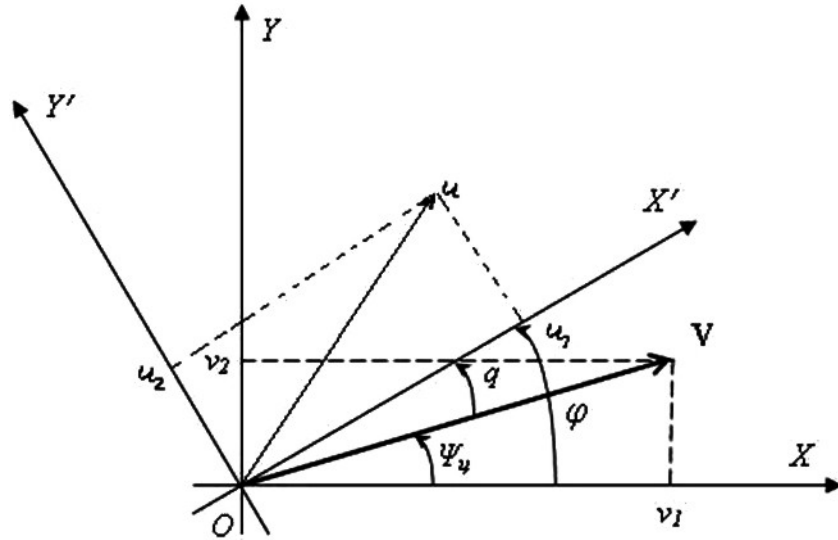


Рисунок 1 – Земные подвижные системы координат

В простейшем случае движение цели и истребителя в земной системе координат OXY задаётся уравнениями [4]:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{b}} &= \mathbf{v}, \\ \dot{\mathbf{c}} &= \mathbf{w}, \end{aligned} \quad (1)$$

в которых $\mathbf{b} = [b_1 \quad b_2]^T$ и $\mathbf{c} = [c_1 \quad c_2]^T$ – векторы координат цели и истребителя, а $\mathbf{v} = [v_1 \quad v_2]^T$ и $\mathbf{w} = [w_1 \quad w_2]^T$ – векторы скоростей цели и истребителя.

Вычитая первое уравнение системы (1) из второго, получим уравнение относительного движения системы «истребитель-цель»:

$$\dot{\mathbf{z}} = \mathbf{w} - \mathbf{v}, \quad (2)$$

где $\mathbf{z} = \mathbf{c} - \mathbf{b}$ – вектор, определяющий положение истребителя относительно цели, а вектор \mathbf{w} скорости истребителя рассматривается как управляющее воздействие.

Координаты истребителя u_1 и u_2 в системе координат OX'Y', связанной с вектором скорости цели, выражаются через координаты z_1 и z_2 системы координат OXY по формуле [5]:

$$\mathbf{u} = \Phi \mathbf{z}, \quad (3)$$

где $\mathbf{u} = [u_1 \quad u_2]^T$, $\mathbf{z} = [z_1 \quad z_2]^T$; $\Phi = \begin{pmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix}$ – матрица поворота земной системы координат OXY на угол φ .

Тогда уравнение объекта в системе координат OX'Y' определяется соотношением:

$$\dot{\mathbf{u}} = \frac{d}{dt}(\Phi \mathbf{z}) = \Phi \dot{\mathbf{z}} + \dot{\Phi} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \mathbf{z} \quad (4)$$

Преобразовав выражение (4) с учётом соотношения (2) и выражения:

$$\mathbf{z} = \Phi^{-1} \mathbf{u},$$

следующего из уравнения (3), получим:

$$\dot{\mathbf{u}} = \Phi(\mathbf{w} - \mathbf{v}) + \dot{\Phi} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} \Phi^{-1} \mathbf{u}. \quad (5)$$

Используя в качестве управляющего воздействия вектор $\mathbf{w} = [w_1 \ w_2]^T$ из (5), получим соотношение [6]:

$$\mathbf{w} = \mathbf{v} + \Phi^{-1} \mathbf{g}(\mathbf{u}) - \dot{\phi} \Phi^{-1} \frac{\partial \Phi}{\partial \phi} \Phi^{-1} \mathbf{u}, \quad (6)$$

в котором $\mathbf{g}(\mathbf{u})$ – вектор, задающий в системе координат $OX'Y'$ целевое многообразие с требуемым качеством системы «истребитель-цель». Тогда требуемый угол пути истребителя в системе координат OXY находится из соотношения:

$$\Psi_T = \text{arctg}(w_2/w_1),$$

в котором w_1 и w_2 – составляющие вектора \mathbf{w} в системе координат OXY .

Функция $\mathbf{g}(\mathbf{u})$ в законе управления (6) задается таким образом, чтобы дифференциальное уравнение:

$$\dot{\mathbf{u}} = \mathbf{g}(\mathbf{u}) \quad (7)$$

имело фазовый портрет, соответствующий искомым траекториям истребителя в окрестности цели.

Для обхода зоны обнаружения бортовой РЛС, связанной и перемещающейся вместе с целью, функция $\mathbf{g}(\mathbf{u})$ должна обеспечивать движение истребителя в системе координат $OX'Y'$ по траекториям, которые аналогичны изображённым на рисунке 2. Фазовый портрет, изображённый на этом рисунке, характеризуется наличием замкнутой области S , ограниченной двумя сепаратрисами, которые начинаются в седле B и оканчиваются в узле A . Все траектории, начинающиеся вне области S , не пересекаются с ней и оканчиваются в устойчивом узле A .

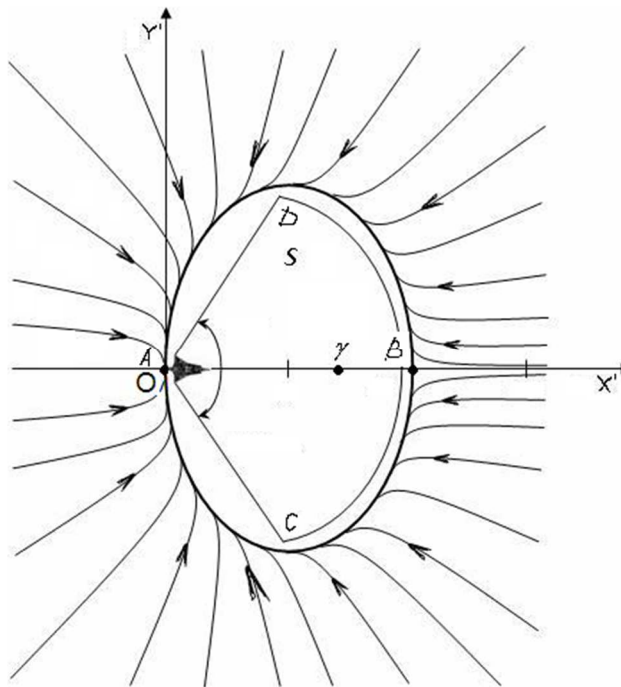


Рисунок 2 – Искомый фазовый портрет функции $\mathbf{g}(\mathbf{u})$

Таким образом, если устойчивый узел A совпадает с началом системы координат и целью, а ось OX' направлена вдоль вектора скорости цели, и при этом зона АСД обзора БРЛС самолёта противника содержится в области S , то истребитель, находящийся в начальный момент времени в этой области, будет наводиться на цель («притягиваться» к узлу A), не попадая в область S и, следовательно, в зону обзора БРЛС.

Векторная функция $\mathbf{g}(\mathbf{u})$, задающая изображённый на рисунке 2 фазовый портрет, имеет вид [6]:

$$\mathbf{g}(\mathbf{u}) = \begin{pmatrix} (u_1 + q)[1 - k_1^2(u_1 + q)^2 - k_2^2 u_2^2] + \frac{p}{k_1} \\ u_2[1 - k_1^2(u_1 + q)^2 - k_2^2 u_2^2] \end{pmatrix} \quad (8)$$

где u_1, u_2 – координаты истребителя в системе координат $OX'Y'$, q – величина, обеспечивающая необходимый сдвиг фазового портрета по оси OX' , а k_1, k_2, p – постоянные величины.

Вид области S и фазовых траекторий зависит от значений коэффициентов k_1, k_2, p , и их подбором можно добиться того, чтобы область S содержала заданную зону ACD обзора БРЛС цели.

Метод наведения истребителя на воздушную цель с обходом зоны превосходства воздушного противника был исследован путём математического моделирования в системе Matlab. Траектория полёта истребителя с обходом зоны его обнаружения бортовой РЛС противника для одного из моделировавшихся вариантов показана на рисунке 3.

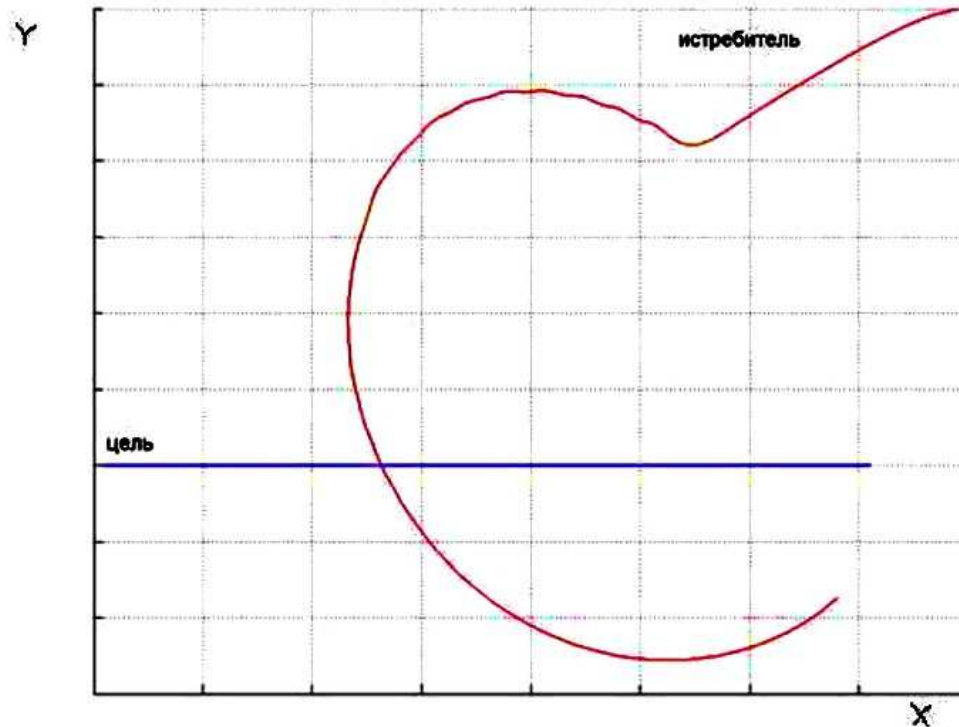


Рисунок 3 – Перехват с обходом зоны превосходства противника

В качестве показателя эффективности была выбрана вероятность перехвата $P_{пер}$ цели истребителем с учётом противодействия противника:

$$P_{пер} = (1 - P_{ОБЦ}) \cdot (1 - P_{АЦ|ОБЦ}) \cdot P_{АИ|ОБИ} \cdot P_{ОБИ|ДН} \cdot P_{ДН},$$

где $P_{ОБЦ}$ – вероятность обнаружения нашего истребителя бортовой РЛС самолёта противника; $P_{АЦ|ОБЦ}$ – вероятность атаки нашего истребителя самолётом противника при условии его обнаружения бортовой РЛС самолёта противника; $P_{АИ|ОБИ}$ – вероятность атаки цели нашим истребителем при условии обнаружения цели его бортовой РЛС; $P_{ОБИ|ДН}$ – вероятность обнаружения цели бортовой РЛС нашего истребителя при условии выполнения им дальнего наведения; $P_{ДН}$ – вероятность дальнего наведения.

График зависимости вероятности обнаружения бортовой РЛС от относительного расстояния $D / D_{мин}$ между перехватчиком и целью [7] показан на рисунке 4. при условии, что вероятность ложной тревоги $W_{лт} = 10^{-3}$.

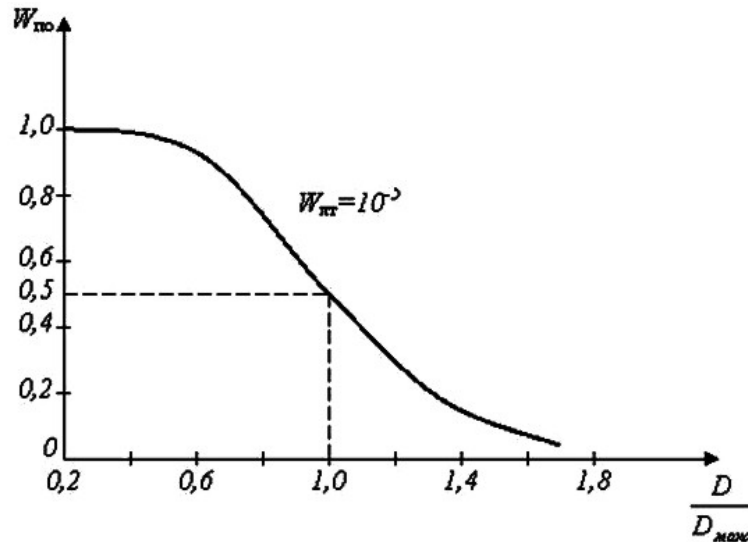


Рисунок 4 – Зависимость вероятности правильного обнаружения от относительной дальности при заданной вероятности ложной тревоги $W_{лт}$

Расчёты показали, что при $P_{Аи|Оби} = 1$, $P_{Ац|Обц} = 0,9$, $P_{Оби|Дн} = 0,85$, $P_{Дн} = 1$ вероятность перехвата цели при наведении истребителя методом «перехват» [8] составила 0,01, в то время как вероятность перехвата цели с обходом зоны видимости её БРЛС составила 0,64.

Полученные результаты наглядно демонстрируют эффективность использования алгоритма обхода зоны превосходства цели.

В заключение необходимо отметить, что рассмотренный метод наведения на воздушную цель с обходом зоны обнаружения её РЛС не накладывает при его использовании ограничения на возможность его реализации.

Список литературы:

1. Галиуллин А.С. Обратные задачи динамики. – М. : «Наука», 1981.
2. Галиуллин А.С. Методы решения обратных задач динамики. – М. : «Наука», 1986.
3. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М. : «Наука», 1974.
4. Захаренко Г.И. Разработка метода управления процессом наблюдения для создания условий радиолокационного разрешения маневрирующей групповой воздушной цели на основе общей методики управления процессом наблюдения в активной радиолокационной системе самонаведения / Г.И. Захаренко, Д.Г. Захаренко // Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского» 22–23 декабря 2021 года // КВВАУЛ им. Героя Советского Союза А.К.Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – 448 с.
5. Культурмиди К.П. Особенности траекторной обработки в современных бортовых радиолокационных системах / К.П. Культурмиди, Г.И. Захаренко // Межвузовский сборник научных трудов. Сборник статей. – Краснодар : типография КВВАУЛ, 2020.
6. Бондаренко Д.В. Оценка системных ошибок радиоэлектронной системы самонаведения летательного аппарата / Д.В. Бондаренко, В.И. Конотоп, Г.И. Захаренко; Под общей научной редакцией В.Е. Жидкова // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Сборник статей межвузовской научно-практической конференции : в 2-х ч. – 2017.
7. Дудник П.И. Авиационные радиолокационные устройства / П.И. Дудник, Ю.И. Чересов. – М. : ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1986.
8. Авиационные системы радиопреимущества. – Т. 3: Системы командного радиопреимущества. Автономные и комбинированные системы наведения / В.И. Меркулов, А.И. Канащенков, В.С. Чернов [и др.]; Под ред. А.И. Канащенкова и В.И. Меркулова. – М. : «Радиотехника», 2004.

СРЕДСТВА ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ УКРАИНЫ



MEANS OF AIR DEFENSE OF UKRAINE

Новик А.В.

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

Казаров Е.Г.

кандидат технических наук, доцент,
Ярославское высшее
военное училище противовоздушной обороны
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Проведен анализ состояния средств противовоздушной обороны вооружённых сил Украины. Показано, что тактико-технические характеристики средств ПВО Украины, в основном, не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к защите воздушных рубежей государства. Степень боеготовых образцов, способных нести боевое дежурство относительно мала. Наиболее эффективными в применении могут оказаться переносные зенитные комплексы, в том числе иностранного производства.

Ключевые слова: средства противовоздушной обороны, вооружённые силы Украины, радиолокационные станции, зенитные ракетные комплексы, зенитные ракеты.

Novik A.V.

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

Kazarov E.G.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Yaroslavl Higher Military School
of Air Defense
kvvaul@mil.ru

Abstract. The analysis of the state of the air defense means of the Armed Forces of Ukraine is carried out. It is shown that the tactical and technical characteristics of the air defense of Ukraine, basically, do not meet the modern requirements for the protection of the air borders of the state. The degree of combat-ready samples capable of carrying combat duty is relatively small. Portable anti-aircraft systems, including foreign-made ones, may be the most effective in use.

Keywords: air defense equipment, the armed forces of Ukraine, radar stations, anti-aircraft missile systems, anti-aircraft missiles.

После распада СССР в состав вооружённых сил Украины вошла восьмая отдельная армия ПВО и четыре воздушные армии укомплектованные новейшими на тот период времени противовоздушными системами «С-300», истребителями «Су-27» и «МиГ-29». Структура ВВС и ПВО насчитывала около 600 воинских частей общей численностью более 120000 военнослужащих. Количество летательных аппаратов различного типа составляло около 2800 образцов [1].

В наследство Украине досталась одна из самых многочисленных и боеспособных систем ВВС и ПВО в Европе.

К 2022 году «советское наследие» претерпело определенные изменения. Воздушные силы Украины (рис. 1) представлены Воздушными командованиями [2]:

- «Центр»;
- «Юг»;
- «Запад».

Главное Командование Воздушных сил Украины располагается в Виннице и включает в себя по состоянию на 2021 год:

- Университет Воздушных сил им. Ивана Кожедуба, г. Харьков;
- 203-ю авиабригаду (учебная), г. Чугуев. Для подготовки лётного состава используются летательные аппараты типа Л-39, Ан-26, Ми-8;
- объединённый учебный центр Воздушных сил, г. Васильков;
- учебно-тренировочный центр боевой подготовки авиационных специалистов Воздушных сил Украины, г. Николаев;
- 383-ий отдельный полк беспилотных самолётов-разведчиков, г. Хмельницкий. Полк оснащён БПЛА типа Ту-143 «Рейс», Ту 141 «Стриж»;
- 25-ю бригаду транспортной авиации, г. Мелитополь. В составе бригады транспортные самолёты типа Ан-26 и Ил-76МД;

- 15-ю бригаду транспортной авиации им. авиаконструктора Олега Антонова, г. Борисполь. В составе бригады самолёты типа Ан-24, Ан-26, Ан-30, Ту-134, а также вертолёты Ми-8;
- 456-ю бригаду транспортной авиации им. Дмитрия Майбороды, г. Гавришовка. В составе бригады военно-транспортные самолёты типа АН-24, Ан-26, и вертолёты Ми-8;
- Воздушное командование «Центр», г. Васильков. Командование включает в себя:
 - 40-ю бригаду тактической авиации, г. Васильков. Состоит из двух авиационных эскадрилий. На вооружении состоят самолёты типа МиГ-29 и Л-39С;
 - 831-ю бригаду тактической авиации, г. Миргород. На вооружении состоят самолёты типа Су-27 и Л-39;
 - 39-ю бригаду тактической авиации, н.п. Озёрное. На вооружении состоят самолёты типа Су-27 и МиГ-29;
 - 96-ю Киевскую зенитную ракетную бригаду, н.п. Даниловка. На вооружении состоят ЗРК С-300ПС;
 - 120-ю зенитно-ракетную бригаду, г. Харьков. На вооружении состоят ЗРК С-300ПТ;
 - 301-й зенитно-ракетный полк, г. Никополь. В составе полка два дивизиона С-300ПС и один дивизион С-300ПТ;
 - 302-й зенитный ракетный полк, г. Харьков. В составе полка один дивизион С-300ПС и один дивизион С-300ПТ;
 - 108-й зенитный ракетный полк, н.п. Золотоноша. В составе полка три дивизиона Бук-М (по некоторым данным расформирован в 2012 году);
 - 11-й зенитный ракетный полк, г. Шепетовка, Хмельницкая обл. В составе полка шесть дивизионов С-300ПТ;
 - 156-й зенитный ракетный полк, г. Мариуполь (после начала боевых действий на Донбассе, был передислоцирован в н.п. Золотоноша). В составе полка три дивизиона Бук-М1;
 - 138-ю радиотехническую бригаду, им. Богдана Хмельницкого, город Васильков. В составе бригады пять радиотехнических батальонов и одиннадцать радиолокационных рот.
 - 164-ю радиотехническую бригаду, город Харьков. В составе бригады три радиотехнических батальона и девять радиолокационных рот.
- Воздушное командование «Юг», г. Одесса. Командование включает в себя:
 - 299-ю бригаду тактической авиации, г. Николаев (н.п. Кульбакино). В составе бригады самолёты типа Су-25 и Л-39;
 - 160-ю зенитную ракетную бригаду. Бригада территориально располагается в г. Одессе и г. Николаеве. В составе бригады четыре дивизиона С-300ПС;
 - 208-ю зенитную ракетную бригаду, г. Херсон. В составе бригады два дивизиона С-300ПС и три дивизиона С-300ПТ;
 - 201-й зенитно-ракетный полк им. гетмана Пилипа Орлика, г. Первомайск. В составе полка шесть дивизионов С-300ПС и один дивизион С-300В;
 - 14-ю радиотехническую бригаду им. Богдана Хмельницкого, г. Одесса. В составе бригады три радиотехнических батальона и десять радиолокационных рот.
- Воздушное командование «Запад», г. Львов. Командование включает в себя:
 - 7-ю бригаду тактической авиации им. Петра Франко, г. Староконстантинов. На вооружении состоят самолёты типа Су-24 и Л-39. С 2021 года на базе бригады дислоцируется отдельная эскадрилья беспилотных авиационных комплексов вооруженная Bayraktar TB2;
 - 114-й бригада тактической авиации, г. Ивано-Франковск. На вооружении состоят самолёты типа МиГ-29;
 - 11-й зенитный ракетный полк, н.п. Шепетовка. На вооружении полка состоят ЗРК Бук-М1;
 - 223-й зенитный ракетный полк им. Украинских Сечевых Стрельцов, г. Стрый. В составе полка три дивизиона Бук-М1;
 - 540-й зенитный ракетный полк им. Ивана Выговского, г. Каменка-Бугская. В составе полка три дивизиона С-300ПТ;
 - 1-ю Галицко-Волынскую радиотехническую бригаду, г. Липники. В составе бригады три радиотехнических батальона и десять радиолокационных рот.



Рисунок 1 – Размещение средств ВПО ВСУ

Общее количество авиационных средств ВСУ представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Общее количество авиационных средств ВСУ

Наимен.	Л-39	Су-24	Су-25	Су-27	Миг-29	Ан-24	Ан-26	Ан-30	Ил-76	Ту-134	Ми-8
Общ. кол-во	31	35	36	11	33	2	12	2	2	2	10

К началу 2000-х было принято решение о снятии с вооружения ВСУ устаревших ракетных комплексов «С-75» и «С-125». В 2013 сняли с вооружения ЗРК «С-200» (рис. 2). Практически в течение месяца такие элементы как кабели на позициях просто рубились топорами и попросту растаскивались по частям [3]. Последним был расформирован дивизион ЗРК «С-200В» 540-го Львовского полка.



«С-125»
 Дальность поражения целей: до 22 км
 Высота поражения целей, 14 км
 Количество целевых каналов: 1



«С-75»
 Минимальная дальность поражения целей: 7 км
 Максимальная дальность поражения целей: 29–45 км
 Высота поражения целей: 27 км
 Количество целевых каналов: 1



«С-200»
 Минимальная дальность поражения: 17 км
 Максимальная дальность поражения: 255 км
 Высота поражения целей: 40,8 км
 Количество целевых каналов: 1

Рисунок 2 – ЗРК ВСУ Украины стоящие на вооружении до 2013 года

В 2016 году на фоне конфликта на Донбассе, из-за отсутствия ракетных систем большой дальности всерьез рассматривался вопрос возвращения на боевое дежурство ракетных комплексов «С-200». Планировалось «реанимировать» и поставить на вооружение ВСУ ЗРК С-125-2Д «Печора» (украинская модернизация С-125). Работы в

данном направлении проводились, но реализовать проект не получилось. Все работы по проведению модернизации и усовершенствованию ЗРК и РЛС в 2016 году закончились безрезультатно из-за отсутствия денежных средств [3].

По состоянию на 2021 год вооруженные силы Украины насчитывали 11 комплексов «С-300ПС» и 16 комплексов «С-300ПТ» (табл. 2) которые практически выработали свой ресурс.

Таблица 2 – Технические характеристики ЗРК С-300ПТ/ПС

Тип ЗРК	Год выпуска	Дальность поражения, км	Высота поражения, км	Вероятность поражения	Максимальная скорость полёта целей, м/с
С-300ПТ, с ЗУР 5В55К	1978	до 47	до 27	до 0,9	до 1300
С-300ПС, с ЗУР 5В55Р	1983	до 75	до 27	до 0,9	до 1300

После вхождения в состав России республики Крым, под контроль российских войск перешли два зенитных ракетных полка, состоявших из четырёх дивизионов С-300ПС (рис. 3) и дивизиона С-300ПТ.



Рисунок 3 – С300 ПС

По оценкам экспертов, из имеющихся средств ПВО Украины только восемь дивизионов «С-300ПС» являются боеспособными. Одной из главных проблем для зенитных ракетных комплексов является отсутствие зенитных ракет. Зенитные управляемые ракеты модели 5В55 (рис. 4), с дальностью поражения цели до 70 км, давно выработали ресурс. Сроки хранения и эксплуатации большинства Украинских ЗУР истекли в основном в 2011-2012 годах, а их собственного производства на Украине нет [4].



Рисунок 4 – Ракета 5В55

Дивизион ЗРК «С-300ПТ» может иметь до 12 пусковых установок, дивизион ЗРК «С-300ПС» до 8 пусковых установок.

Из всех городов Украины наиболее защищённым является Киев. Это населённый пункт защищён 4 позициями «С-300ПТ», и двумя – «С-300ПС».

Также на вооружении ВСУ находятся 14 дивизионов «Бук-М1» (рис. 5) 9К37 (около 60 БМ, рис. 6) и ЗРК сухопутных войск «С-300В1» (по некоторым данным небоеспособен). Имеется информация о наличии 24 боевых машин 9А330 «Тор» первых выпусков (рис. 6). Основной задачей данных систем является прикрытие войсковых группировок.

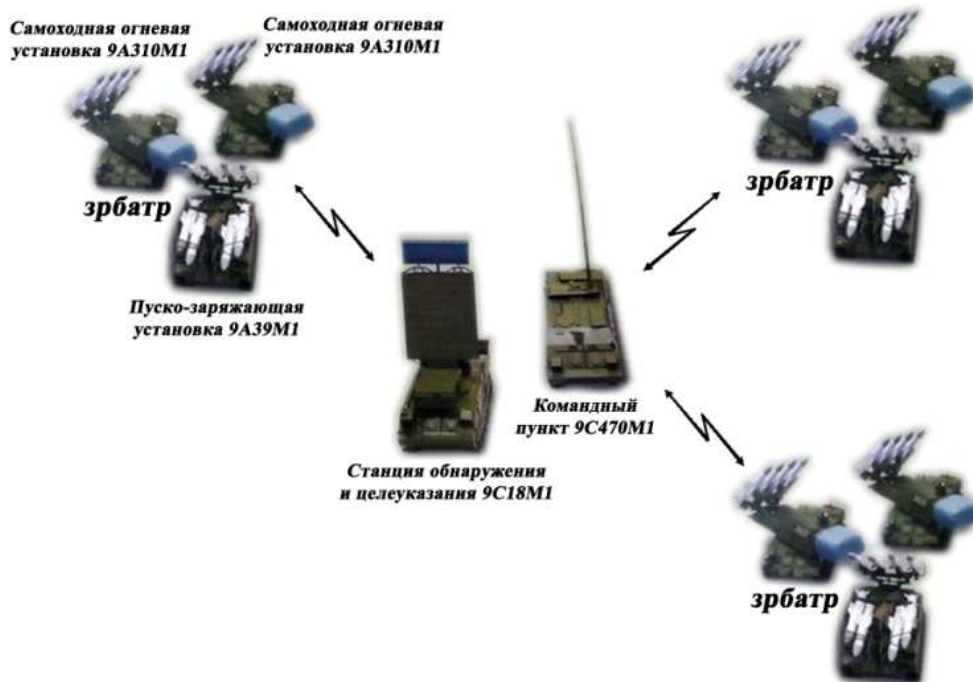


Рисунок 5 – Дивизион ЗРК БУК-М1

Стоит отметить, что в период грузино-осетинского конфликта Украина поставила в Грузию два дивизиона «БУК-М1». Один дивизион с украинским расчётом уничтожил два российских бомбардировщика (Ту-22М3 и Су-24М). Второй так и не принял участия в военном конфликте, так как был нейтрализован в порту Поти российскими военнослужащими.



«Бук-М1»
Экипаж, 4 чел.
Масса БМ, 32 т.
Дальность поражения, 45 км.
Высота поражения, 22 км.



«Тор»
Экипаж, 4 чел.
Масса БМ, 32 т.
Дальность поражения, 12 км.
Высота поражения, 10 км.

Рисунок 6 – Войсковые средства ПВО ВСУ

На вооружении радиотехнических войск Украины находятся 36 радиолокационных станций 36Д6 и 20 станций 64Н6 из состава ЗРВ.

36Д6 является трёх координатной радиолокационной станцией сантиметрового диапазона и предназначена для обнаружения воздушных объектов на средних и малых высотах в условиях интенсивного применения противником помех на дальности до 360 км (рис. 7).



Рисунок 7 – Радиолокационная станция 36Д6

64Н6 – радиолокатор обнаружения из состава КПС С-300. 64Н6 предназначен для обнаружения и сопровождения воздушных целей, на расстоянии до 300 км (рис. 8).



Рисунок 8 – Радиолокатор обнаружения 64Н6

По другим данным парк РЛС также включает в себя большое количество радиолокационных станций П-18М, П-18МА (П-19МА).

П-18 «Терек» – мобильная двухкоординатная радиолокационная станция кругового обзора метрового диапазона волн, с дальностью обнаружения до 260 км (рис. 9). Станция была разработана в начале 70-х годов. Низкая стоимость РЛС позволила ей стать самой распространённой в вооружённых силах.



Рисунок 9 – Радиолокационная станция П-18

Техника радиотехнических войск ВСУ включает:

РЛС метрового диапазона: П-14, П-12, П-18, 5Н84Ф;

РЛС дециметрового диапазона: П-15, П-19, П-35, П-37, П-40, П-80, 5Н87;

Радиовысотомеры: ПРВ-9, -11, -13, -16, -17.

Радиолокационное покрытие практически полностью охватывает границы страны, но большинство оборудования является устаревшим. Не смотря на данный факт, Украина является одной из немногих стран, занимающихся разработками и выпуском РЛС, поэтому в отличие от зенитных ракетных комплексов, ВСУ способны самостоятельно поддерживать работоспособность своих РЛС стоящих на боевом дежурстве. Работы по производству и модернизации РЛС производятся на НПК «Искра» [4].

Украина занималась разработкой новых РЛС, например РЛС «Малахит» (глубоко модернизированная П-18) с дальностью обнаружения цели до 400 км (рис. 10) и трёхкоординатной РЛС «Пеликан» с дальностью обнаружения цели от 40 до 400 км (рис. 11).



Рисунок 10 – РЛС «Малахит»

По разным источникам информации РЛС «Малахит» было поставлено в войска в количестве до 6 единиц.



Рисунок 11 – РЛС «Пеликан»

Количество поступивших на вооружение ВСУ РЛС «Пеликан» неизвестно.

Из приведенных данных следует заключить, что с момента распада Советского Союза средства ПВО Украины практически не обновлялись. Большая часть средств ПВО, несмотря на способность все еще достаточно успешно противодействовать авиации противника практически не обслуживалась, в основном выработала свой ресурс, необходимые запасные части для ремонта не поставляются. Уровень профессиональной подготовки личного состава войск ПВО недостаточен для грамотной эксплуатации технически сложных комплексов С-300 различных модификаций. Достаточно серьезной

проблемой для ПВО Украины является наличие определенного запаса зенитных ракет с истекшим сроком службы, а также отсутствие собственного производства и обеспечения поставок зенитных ракет для имеющихся зенитных ракетных комплексов. Имеющиеся средства ПВО большой и средней дальности по всей видимости не могут быть использованы с достаточной эффективностью. Наиболее эффективными в применении могут оказаться переносные зенитные комплексы, в том числе иностранного производства.

Боеготовность имеющегося авиационного парка достаточно низка, так как он не может быть обслужен в полном объёме из-за отсутствия достаточного количества запасных частей, производимых в России.

Благодаря тому, что Украина самостоятельно выпускает РЛС для РТВ различных диапазонов и поддерживает работоспособность своих РЛС, стоящих на боевом дежурстве, способность обнаруживать и сопровождать воздушные цели в стране находится на достаточно хорошем уровне [1].

Таким образом, тактико-технические характеристики средств ПВО Украины, в основном, не соответствуют современным требованиям, предъявляемым к защите воздушных рубежей государства. Степень боеготовых образцов, способных нести боевое дежурство относительно мала. Система ПВО Украины скорее представляет собой очаговый характер. За короткий промежуток времени большую часть вооружения распродали, часть утилизировали, либо оно пришло в неисправное состояние. Подготовка расчётов ЗРВ с практическими стрельбами не производилась длительное время, лишь 10–20 % личного состава имеют навыки стрельбы. Модернизация зенитных комплексов внутренними ресурсами страны затруднительна, а непростые отношения с Россией исключили возможность закупки современных, надёжных недорогих образцов вооружения.

Список литературы:

1. ПВО Украины – 2016. URL : <https://fb.ru/article/248154/pvo-ukrainyi-protivovozdushnaya-oborona-vooruj-nnyih-sil-ukrainyi>
2. ВВС и ПВО Украины: что было и что осталось. URL : <https://topwar.ru/93037-vvs-i-pvo-ukrainy-chno-bylo-i-chno-ostallos.html>
3. ПВО Украины. Противовоздушная оборона ВСУ. URL : <https://fb.ru/article/248154/pvo-ukrainyi-protivovozdushnaya-oborona-vooruj-nnyih-sil-ukrainyi>
4. Антимайдан. Система ПВО Украины. URL : https://antimaydan.info/2017/07/sistema_pvo_ukrainy.html

УДК 621

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ
УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ



ON THE QUESTION OF THE APPLICATION
OF CARBON-CARBON COMPOSITE MATERIALS

Горобчук А.Р.

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

Аннотация. Целью исследования является рассмотрение существующих способов армирования углерод-углеродных композиционных материалов. Объектом исследования являются углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ). В качестве новизны предложен новый вид плетения на основе гиперболоидной конструкции, каждый элемент которой был нагружен температурой 800 °С и с помощью встроенной программы в САПР APM FEM получены демонстрационные диаграммы и рисунки к ним.

Ключевые слова: УУКМ, углерод, армирование, композит, плетение волокон.

Gorobchuk A.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
mvs4967@mail.ru

Stepanov V.V.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
vvs04367@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to consider the existing methods of reinforcement of carbon-carbon composite materials. The object of the study is carbon-carbon composite materials (UUCM). As a novelty, a new type of weaving based on a hyperboloid structure was proposed, each element of which was loaded with a temperature of 800 °C and demonstration diagrams and drawings for them were obtained using the built-in program in the FEM CAD.

Keywords: UUCM, carbon, reinforcement, composite, weaving of fibers.

При создании современной техники в последние годы наблюдается тенденция применения полимерных композиционных материалов. Это связано с несколькими параметрами:

- высокие прочностные характеристики,
- меньшая масса, позволяющая облегчать конструкцию,
- большая теплостойкость.

Основным способом усиления конструкций из углерод-углеродных композиционных материалов является армирование (сплетение волокон в определенную структуру, повышающую прочностные характеристики получаемого объекта).

Углерод-углеродные композиционные материалы представляют собой графитовую или углеродную матрицу, упрочненную углеродными волокнами [1].

Принципы армирования для увеличения прочностных характеристик объекта известны в технике с далёкой древности. Например, в Вавилоне при постройке жилых зданий использовался тростник с целью усиления конструкции. Он, как каркас, укрепляет внутреннюю структуру материала и повышает его прочностные характеристики. В 16 веке при постройке в Москве храма Василия Блаженного Барма и Постник (русские зодчие) применяли армированные железом каменные плиты (рис. 1).

С течением времени технология совершенствовалась, о чем говорят такие события, как:

1. 1940–1950 года – разработка и применение в создаваемых конструкциях волокнистых стеклопластиков, обладающих высокой удельной прочностью (предел прочности материала, отнесённый к его плотности);

2. 1950–1960-ые года – открытие нитевидных кристаллов и доказательство возможности применения их для упрочнения металлических и неметаллических материалов;

3. 1960–1970 года – разработка совершенно новых армирующих материалов (высокопрочных непрерывных волокон углерода, а также других неорганических тугоплавких соединений (соединения металлов, обладающих высокими температурами плавления), а также упрочнителей на основе металлов [2].



Рисунок 1 – Русские зодчие Барма и Постник

Широкое применение получили волокнистые композиционные материалы (КМ), армированные высокопрочными и многомодульными непрерывными волокнами, в которых армирующий элементы принимают основную нагрузку, в то время как матрица передаёт нагрузку волокнам. Наиболее распространённым видом арматуры является нить из непрерывных волокон, удерживаемых вместе круткой, каким-либо покрытием или обоими способами сразу. Покрытие нитей часто необходимо также для обеспечения совместимости волокон с матрицей при пропитке (рис. 2). Оптимальным является покрытие, которое одновременно выполняет обе указанные функции.

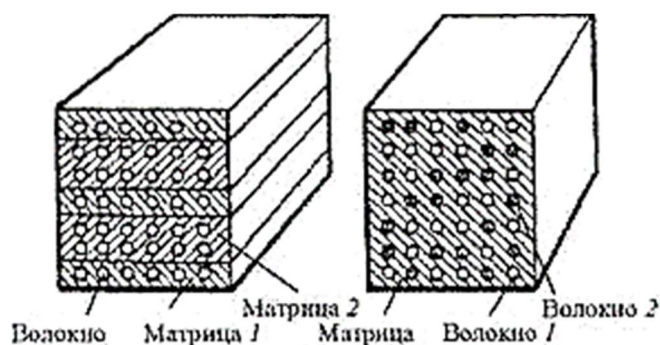


Рисунок 2 – Волокно и матрица

Кроме того, большинство данных материалов обладают меньшей массой, но при этом по физическим свойствам не уступают металлическим сплавам.

Важнейшими технологическими методами изготовления композиционных материалов являются:

- Пропитка армирующая волокна матричным материалом;
- Формование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы;
- Холодное прессование обоих компонентов с последующим спеканием;
- Электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием;

- Осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжатием;
- Пакетная диффузионная сварка монослойных лент компонентов;
- Совместная прокатка армирующих элементов с матрицей
- Процесс микроплетения.

Идеальной структурой конструкционного композитов является материал, в котором заданный тип и количество армирующих волокон в объеме изделия расположены таким образом, чтобы элемент конструкции из этого материала выдерживал расчетные нагрузки. Композиционные материалы в конструкциях, требующих наибольшего упрочнения, характеризуются расположением армирующих волокон по направлению нагрузки. Цилиндрические изделия и другие тела вращения, в основе которых лежат композиционные материалы, армируют волокнами, ориентируя их в продольном и поперечном направлениях. Причём в поперечном направлении армируют большим количеством волокон [3].

Увеличение прочности и надежности в работе цилиндрических корпусов, а также уменьшение их массы достигается внешним армированием узлов конструкций высокопрочными и многомодульными волокнами, что позволяет повысить в 1,5–2 раза удельную прочность конструкции корпусов из композиционных материалов по сравнению с цельнометаллическими (рис. 3).

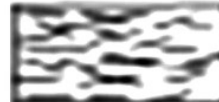


Материалы, наполненные порошкообразными частицами

Однонаправленные материалы



Материалы на основе нитей, жгутов, лент



Материалы на основе волокон

Двухнаправленные материалы



Ткани, перекрестно уложенные нити и армированные ими материалы



Плетеные материалы, перекрестно уложенные нити и армированные ими материалы

С хаотическим расположением волокон/нитей в плоскости



Нетканые материалы на основе нитей



Бумаги, армированные волокнами пленки



С хаотическим расположением волокон в пространстве

Материалы, армированные волокнами

Рисунок 3 – Расположение волокон в КМ

Наиболее простая много направленная структура состоит из системы трёх взаимно перпендикулярных направлений волокон (3D). Для получения более равномерного распределения волокон в объеме применяют разные модификации основной орто-

гональной (взаимоперпендикулярной) 3D структуры. Так, получение композит с изотропными свойствами обеспечивают структуры с 4, 5, 7 и 11 направлениями усадки арматуры. Например, схема 5D армирования образуется из ортогональной 3D схемы путём добавления двух направлений укладки арматуры в плоскости X, Y, Z (рис. 4).

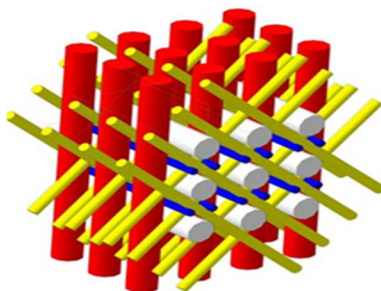


Рисунок 4 – схема 5D армирования

Учитывая, насколько углеродные волокна хрупки на изгиб, имеются особые способы плетения, применяемые, например, в трубах, причём избегающие выше названного минуса. Например, аксиально-радиально-окружное плетение. Изучение конструкции армированных плетений волокон композиционных материалов упрощается с использованием системы автоматизированного программного комплекса КОМПАС-3D (рис. 5).

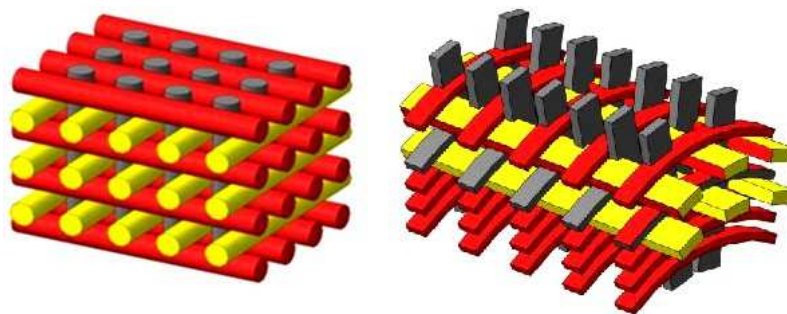


Рисунок 5 – Существующие схемы плетения УУКМ, выполненные с использованием в Компас 3D: ортогональная 3D, аксиально-радиально-окружная

Помимо этого, автоматизированный программный комплекс способствует в разработке и наглядном упрощенном анализе новых плетений углерод-углеродных композиционных материалов. К примеру были предложены схемы радиальных плетений, имеющих большую устойчивость к сжатию, чем иные, благодаря гиперболоидной конструкции, применяемой при постройке телевышек, башен и иных радиальных объектов (рис. 6).

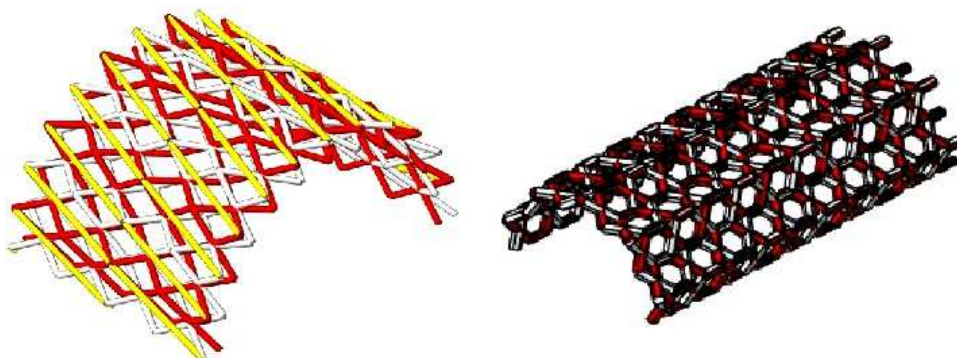


Рисунок 6 – Предлагаемые плетения УУКМ

Необходимо учитывать, что большой центральной промежутком будет не просто заливаться смолой, но и усиливаться ортогональными 3D плетениями. Идея предлагаемого

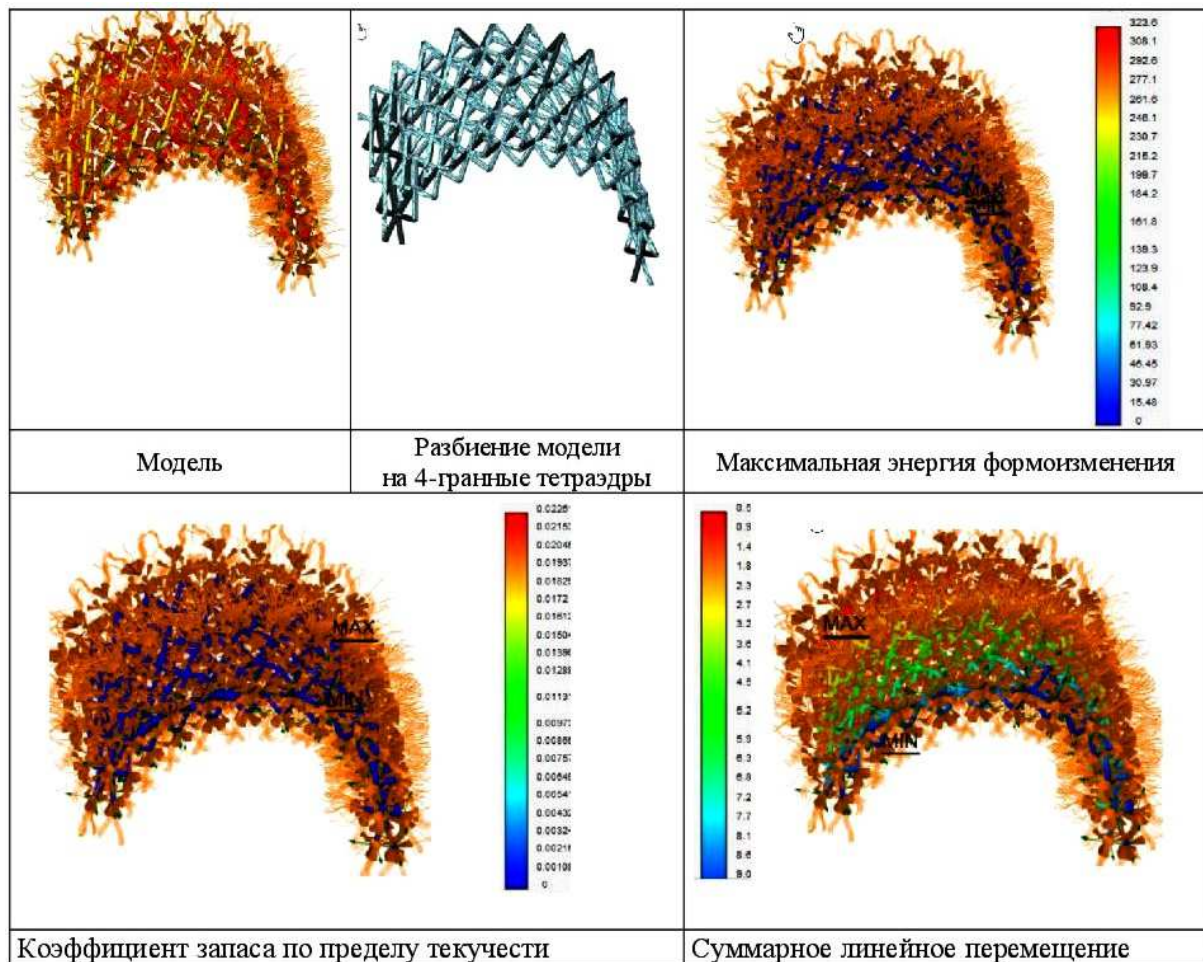
плетения УУКМ возникла на основе получения гиперboloида вращения, который как известно устойчив к воспринимаемым нагрузкам. На этой основе созданная электронная модель была подвергнута температурным нагрузкам (800 °C), благодаря интерированному приложению APM FEM. и произведен статистический расчет. Свойства материала сведены в таблице 1.

Таблица 1

Плотность	1.45–1.75
Теплопроводность 1050 °C	0.05–0.10
Предел прочности на сжатие	200–300
Предел прочности на разрыв	250–380
Модуль эластичности	8

Занеся данные в программу по свойствам материала предлагаемого плетения УУКМ, с учетом закреплений, температуре воспринимаемой данной конструкцией приложение APM FEM позволило получить результаты, обобщенные в таблице 2.

Таблица 2



Подводя итоги работы, хочется отметить положительное влияние компьютерного моделирования, как инструмента, быстрого получения конечной модели и визуализация процесса, оценивания нагрузочных характеристик, которым подвергается объект в процессе эксплуатации.

Применяемое приложение можно предложить для внедрения в рамках лабораторных занятиях и по дисциплинам материаловедение, теории конструкционных материалов, механики.

Список литературы:

1. Патент на изобретение 2766627 С1, 15.03.2022. Заявка № 2021116577 от 07.06.2021 Способ нанесения теплозащитного износостойкого покрытия на детали из чугуна и стали Панков Владимир Петрович, Румянцев Сергей Васильевич, Панков Денис Владимирович, Баженов Анатолий Вячеславович, Головасичева Таисия Витальевна, Степанова Виктория Владимировна, Обухова Софья Евгеньевна, Степанова Марина Валерьевна, Пустовит Даниил Олегович.
2. 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.
3. Поверхностное моделирование и создание анимации оригинальных моделей в системе автоматизированного программного комплекса КОМПАС-3D / Г.В. Карангин, К.А. Мальцев, М.В. Степанова, В.А. Нефедовский, В.В. Степанов // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 157–162.
4. Степанов В.В. Планирование эксперимента при поиске эффективных условий протекания технологического процесса / В.В. Степанов, М.В. Степанова, Ю.А. Савицкий // 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. 279–283.
5. 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, состоявшейся 15 октября 2019 г. в г. Пенза. С. 178–182.

УДК 621.315.5/6, 621.78

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ
РАДИОЧАСТОТ И СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ**



**INVESTIGATION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION
OF RADIO FREQUENCIES AND ULTRAHIGH FREQUENCIES**

Панков В.П.

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

Швецов А.А.

преподаватель,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Коссой В.А.

преподаватель,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Зинченко И.Н.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Проведены исследования технических средств и изделий источников электромагнитных излучений радиочастот и сверхвысоких частот, которые предназначены для применения в различных сферах человеческой деятельности.

Ключевые слова: электрическое поле, магнитное поле, электромагнитные волны, радиолокационные станции, системы спутниковой связи, системы сотовой связи.

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

Kossoy V.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Zinchenko I.N.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. Studies of technical means and products of sources of electromagnetic radiation of radio frequencies and ultrahigh frequencies, which are intended for use in various spheres of human activity, have been carried out.

Keywords: electric field, magnetic field, electromagnetic waves, radar stations, satellite communication systems, cellular communication systems.

В современных условиях научно-технического прогресса в результате развития различных видов энергетики и промышленности электромагнитные излучения занимают одно из ведущих мест по своей экологической и производственной значимости среди других факторов окружающей среды [1, 2, 3].

В целом общий электромагнитный фон состоит из источников излучения естественного происхождения [4, 5, 6]: электрические и магнитные поля Земли, атмосферы, радиоизлучения Солнца и галактик; излучения искусственного (антропогенного) происхождения: телевизионные и радиостанции, линии электропередачи, электробытовая техника и др.

Уровень естественного электромагнитного фона в некоторых случаях бывает на несколько порядков ниже уровней электромагнитных излучений, создаваемых антропогенными источниками. Электромагнитные излучения космического, околоземного и биосферного пространства играют определенную роль в организации жизненных процессов на Земле и в ряде случаев выявляется их биологическая значимость.

Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными частицами. Представляет собой взаимосвязанные переменные электрическое поле и магнитное поле. Взаимная связь электрического E и магнитного H полей заключается в том, что всякое изменение одного из них приводит к появлению другого: переменное электрическое поле, порождаемое

ускоренно движущимися зарядами (источником), возбуждает в смежных областях пространства переменное магнитное поле, которое, в свою очередь, возбуждает в прилегающих к нему областях пространства переменное электрическое поле, и т.д. Таким образом, электромагнитное поле распространяется от точки к точке пространства в виде электромагнитных волн, бегущих от источника. Благодаря конечности скорости распространения электромагнитное поле может существовать автономно от породившего его источника и не исчезает с устранением источника (например, радиоволны не исчезают с прекращением тока в излучившей их антенне).

Электромагнитное поле в вакууме описывается напряженностью электрического поля E и магнитной индукцией B . Электромагнитное поле в среде характеризуется дополнительно двумя вспомогательными величинами: напряженностью магнитного поля H и электрической индукцией D . Связь компонентов электромагнитного поля с зарядами и токами описывается уравнениями Максвелла.

Электромагнитные волны представляют собой электромагнитные колебания, распространяющиеся в пространстве с конечной скоростью, зависящей от свойств среды.

Распространяясь в средах, электромагнитные волны, как и всякие другие волны, могут испытывать преломление и отражение на границе раздела сред, дисперсию, поглощение, интерференцию; при распространении в неоднородных средах наблюдаются дифракция волн, рассеяние волн и другие явления.

Электромагнитные волны различных диапазонов длин волн характеризуются различными способами возбуждения и регистрации, по-разному взаимодействуют с веществом. Процессы излучения и поглощения электромагнитных волн, от самых длинных до ИК-излучения, достаточно полно описываются соотношениями классической электродинамики. В диапазонах более коротких длин волн, в особенности в диапазонах рентгеновских и γ -лучей, доминируют процессы, имеющие квантовую природу, и могут быть описаны только в рамках квантовой электродинамики на основе представления о дискретности этих процессов.

Радиочастоты и сверхвысокие частоты являются составной частью спектра электромагнитных излучений в частотном диапазоне от единиц Гц до 300 ГГц. Основными параметрами электромагнитных излучений ЭМИ являются длина волны λ и частота f , которая связана с длиной волны обратной зависимостью (для условий распространения волны в воздухе):

$$f = c / \lambda,$$

где c – скорость света.

Частоты колебаний ЭМИ измеряются в герцах (Гц): 1 килogerц (кГц) = 10^3 Гц, 1 мегагерц (МГц) = 10^6 Гц, 1 гигагерц (ГГц) = 10^9 Гц.

Электрические поля. Электрическое поле представляет собой частную форму проявления электромагнитного поля. В своем проявлении – это силовое поле, основным свойством которого является способность воздействовать на внесенный в него электрический заряд с силой, не зависящей от скорости заряда. Источниками электрического поля могут быть электрические заряды (движущиеся и неподвижные) и изменяющиеся во времени магнитные поля. Основная количественная характеристика электрического поля – напряженность электрического поля E . Электрическое поле в среде наряду с напряженностью характеризуется вектором электрической индукции D . В общем случае электрическое поле описывается уравнениями Максвелла.

Магнитные поля. Магнитное поле представляет собой частную форму электромагнитного поля. В своем проявлении – это силовое поле, основным свойством которого является способность воздействовать на движущиеся электрические заряды (в том числе на проводники с током), а также на магнитные тела независимо от состояния их движения. Источниками магнитного поля могут быть движущиеся электрические заряды (проводники с током), намагниченные тела и изменяющиеся во времени электрические поля. Основная количественная характеристика магнитного поля – магнитная

индукция B , которая определяет силу, действующую в данной точке поля в вакууме на движущийся электрический заряд, и на тела, имеющие магнитный момент.

В материальных средах для магнитного поля вводится дополнительная характеристика – напряженность магнитного поля H , которая связана с магнитной индукцией соотношением:

$$H = B/\mu,$$

где μ – магнитная проницаемость среды.

Источниками электромагнитных излучений радиочастот (ЭМИ РЧ) и сверхвысоких частот (СВЧ) являются технические средства и изделия, которые предназначены для применения в различных сферах человеческой деятельности. В основе этих изделий используются физические свойства ЭМ-излучений: распространение в пространстве и отражение, нагрев материалов, взаимодействие с веществами и т.п., а также устройства, предназначенные не для излучения электромагнитной энергии в пространство, а для выполнения какой-то иной задачи, но при работе которых протекает электрический ток, создающий паразитное электромагнитное излучение. Свойства ЭМИ РЧ и СВЧ распространяться в пространстве и отражаться от границы двух сред используются в связи (радио- и телестанции, ретрансляторы, радио- и сотовые телефоны), радиолокации (радиолокационные комплексы различного функционального назначения, навигационное оборудование). Способность ЭМИ РЧ и СВЧ нагревать различные материалы используется в различных технологиях по обработке материалов, полупроводников, сварки синтетических материалов, в приготовлении пищевых продуктов (микроволновые печи), в медицине (физиотерапевтическая аппаратура).

Микроволновая, или СВЧ-печь в своей работе использует для разогрева пищи электромагнитное излучение, называемое также микроволновым излучением или СВЧ-излучением. Рабочая частота СВЧ-излучения микроволновых печей составляет 2,45 ГГц.

Непосредственными источниками электромагнитного излучения являются те части технических изделий, которые способны создавать в пространстве электромагнитные волны. В радиоаппаратуре – это антенные системы, генераторные лампы, катодные выводы магнетронов, места неплотного сочленения фидерных трактов, разэкранированные места генераторных шкафов, экраны электронных визуальных средств отображения информации; на установках по термообработке материалов – рабочие индукторы и конденсаторы, согласующие трансформаторы, батареи конденсаторов, места разэкранирования фидерных линий [7, 8].

Радары. Радиолокационные станции оснащены, как правило, антеннами зеркального типа и имеют узконаправленную диаграмму излучения в виде луча, направленного вдоль «оптической оси».

Радиолокационные системы работают на частотах от 500 МГц до 15 ГГц, однако отдельные системы могут работать на частотах до 100 ГГц. Создаваемый ими ЭМ-сигнал принципиально отличается от излучения других источников. Связано это с тем, что периодическое перемещение антенны в пространстве приводит к пространственной прерывистости облучения.

Временная прерывистость облучения обусловлена цикличностью работы радиолокатора на излучение. Время наработки в различных режимах работы радиотехнических средств может исчисляться от нескольких часов до суток.

Морское радиолокационное оборудование устанавливается на всех кораблях, обычно оно имеет мощность передатчика на порядок меньшую, чем у аэродромных радаров, поэтому в обычном режиме сканирования ППЭ, создаваемое на расстоянии нескольких метров, не превышает 10 Вт/м².

Возрастание мощности радиолокаторов различного назначения и использование остронаправленных антенн кругового обзора приводит к значительному увеличению интенсивности ЭМИ СВЧ-диапазона и создает на местности зоны большой протяженности с высокой плотностью потока энергии. Наиболее неблагоприятные условия отмечаются в жилых районах городов, в черте которых размещаются аэропорты.

Системы спутниковой связи. Системы спутниковой связи состоят из приемопередающей станции на Земле и спутника, находящегося на орбите. Диаграмма направленности антенны станций спутниковой связи имеет ярко выраженный узконаправленный основной луч – главный лепесток. ППЭ в главном лепестке диаграммы направленности может достигать нескольких сотен Вт/м² вблизи антенны, создавая также значительные уровни излучения на большом удалении.

Например, станция мощностью 225 кВт, работающая на частоте 2,38 ГГц, создает на расстоянии 100 км ППЭ, равное 2,8 Вт/м². Однако рассеяние энергии от основного луча очень небольшое и происходит больше всего в районе размещения антенны. Существуют два основных опасных случая облучения:

- непосредственно в районе размещения антенны;
- при приближении к оси главного луча на всем его протяжении.

Теле- и радиостанции. Передающие радиоцентры (ПРЦ) размещаются в специально отведенных для них зонах и могут занимать довольно большие территории (до 1000 га). По своей структуре они включают в себя одно или несколько технических зданий, где находятся радиопередатчики и антенные поля, на которых располагаются до нескольких десятков антенно-фидерных систем (АФС). Зону возможного неблагоприятного действия ЭМИ, создаваемых ПРЦ, можно условно разделить на две части.

Первая часть зоны – это собственно территория ПРЦ, где размещены все службы, обеспечивающие работу радиопередатчиков и АФС. Это территория охраняется, и на нее допускаются только лица, профессионально связанные с обслуживанием передатчиков, коммутаторов и АФС.

Вторая часть зоны – это прилегающие к ПРЦ территории, доступ на которые не ограничен и где могут размещаться различные жилые постройки, в этом случае возникает угроза облучения населения, находящегося в этой части зоны.

Сотовая связь. Основными элементами системы сотовой связи являются базовые станции (БС), которые поддерживают радиосвязь с мобильными радиотелефонами (МРТ). Базовые станции БС и МРТ являются источниками электромагнитного излучения в УВЧ-диапазоне.

Некоторые технические характеристики действующих в настоящее время в мире стандартов системы сотовой радиосвязи приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики действующих стандартов системы сотовой радиосвязи

Краткие технические характеристики стандартов системы сотовой радиосвязи Наименование стандарта	Диапазон рабочих частот БС	Диапазон рабочих частот МРТ	Максимальная излучаемая мощность БС	Максимальная излучаемая мощность МРТ	Радиус «соты»
AMPS аналоговый	869–894 МГц	824–849 МГц	100 Вт	0,6 Вт	2,0–20 км
D-AMPS (IS-136). цифровой	869–894 МГц	824–849 МГц	50 Вт	0,2 Вт	0,5–20 км
CDMA цифровой	869–894 МГц	824–849 МГц	100 Вт	0,6 Вт	2,0–40 км
GSM-900 цифровой	925–965 МГц	890–915 МГц	40 Вт	0,25 Вт	0,5–35 км
GSM-1800 (DCS) цифровой	1805–1880 МГц	1710–1785 МГц	20 Вт	0,125 Вт	0,5–35 км

Базовые станции поддерживают связь с находящимися в их зоне действия мобильными радиотелефонами и работают в режиме приема и передачи сигнала. В зависимости от стандарта БС излучают электромагнитную энергию в диапазоне частот от 463 до 1880 МГц.

Антенны БС устанавливаются на высоте 15–100 м от поверхности земли на существующих постройках (общественных, служебных, производственных) и жилых зданиях, дымовых трубах промышленных предприятий и т.д.) или на специально сооруженных мачтах.

Среди установленных в одном месте антенн БС имеются как передающие (или приемопередающие), так и приемные антенны, которые не являются источниками ЭМИ.

Передающие (приемопередающие) антенны БС могут быть двух типов: с круговой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости (тип «Omni») – рисунок 1; направленные (секторные) – рисунок 2.

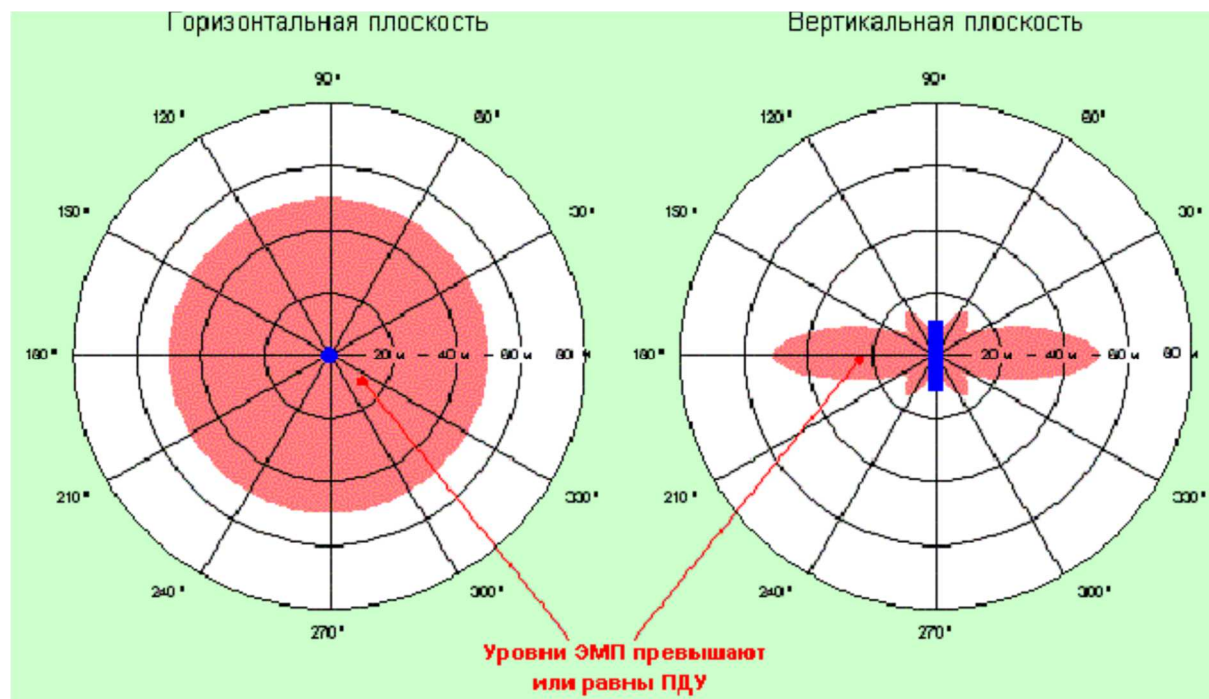


Рисунок 1 – Передающие антенны с круговой диаграммой направленности



Рисунок 2 – Передающие (приемопередающие) антенны направленные (секторные)

Антенны БС размещаются на уже существующих постройках любого типа и на специально сооружаемых мачтах. Среди установленных в одном месте антенн БС имеются как передающие (или приемопередающие), так и приемные антенны, которые не являются источниками ЭМИ.

Промышленные источники электромагнитного излучения: радары, микроволновые печи (рис. 3, 4).

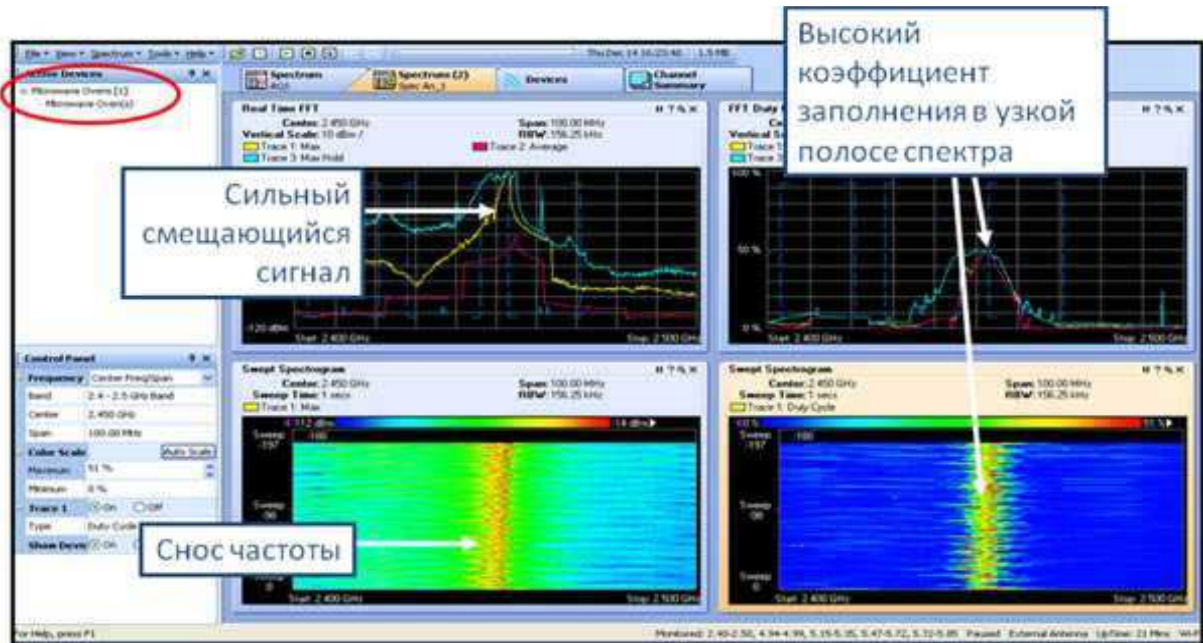


Рисунок 3 – Спектр электромагнитного излучения микроволновой печи

Узкополосные системы передачи данных: радиорелейные станции, аналоговые радиотелефоны, беспроводные видеокamеры и видеосендеры, аналоговые камеры.

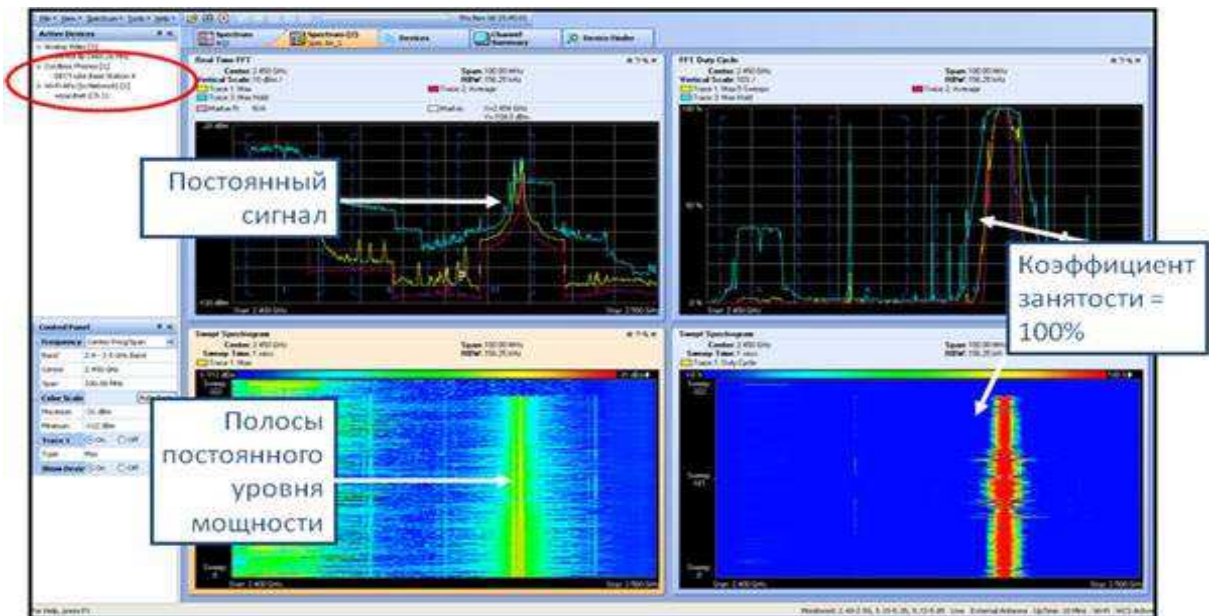


Рисунок 4 – Спектроанализатор Cisco Spectrum Expert

Основным источником «загрязнения» неионизирующими излучениями являются СВЧ-печи, которые в силу самого принципа своей работы не могут не излучать высокие, ультравысокие и сверхвысокие частоты. Измерения показывают, что на расстоянии 30 см от дверцы печи – 8 мкТл.

Неионизирующие излучения СВЧ снижают работоспособность и внимание, отрицательно сказывается на самочувствии и тоне, вызывают переутомление и головные боли, приводят к необратимым патологическим изменениям головного мозга, центральной нервной и иммунной системы, сосудов.

К источникам мощного электромагнитного излучения относятся лазеры и магнетроны.

Лазер. Состоит из рабочего тела, в котором создается инверсная населенность квантовых уровней электронами, резонатора для увеличения пробега фотонов внутри рабочего тела и генератора, который эту самую инверсную населенность будет создавать.

Лазеры могут классифицироваться:

- а – по рабочему телу: рубиновые, CO_2 , аргоновые, гелий-неоновые, твердотельные (GaAs), спиртовые, и т.д.;
- б – по режиму работы: импульсные, непрерывные, псевдонепрерывные;
- в – по количеству используемых квантовых уровней: 3-, 4-, 5-уровневые.

Лазеры классифицируют также по частоте генерируемого излучения: микроволновые, инфракрасные, зеленые, ультрафиолетовые, рентгеновские, и т.д. КПД лазера обычно не превышает 0,5 %, однако сейчас ситуация изменилась – полупроводниковые лазеры (твердотельные лазеры на основе GaAs) имеют КПД свыше 30 % и в наши дни могут обладать мощностью выходного излучения аж до 100 Вт, т.е. сравнимую с мощными «классическими» рубиновыми или CO_2 -лазерами.

Кроме того, существуют газодинамические лазеры, менее всего похожие на другие типы лазеров. Их отличие в том, что они способны производить непрерывный луч огромной мощности. В сущности, газодинамический лазер представляет собой реактивный двигатель, в котором перпендикулярно газовому потоку стоит резонатор. Раскаленный газ, выходящий из сопла, находится в состоянии инверсной населенности. Стоит добавить к нему резонатор – и многомегаваттный поток фотонов полетит в пространство.

Микроволновые источники. Основным функциональным узлом является магнетрон – мощный источник микроволнового излучения. Недостатком микроволновых источников является их чрезмерная (даже по сравнению с лазерами) опасность применения: микроволновое излучение хорошо отражается от препятствий, и в случае использования в закрытом помещении облучению подвергнется буквально все внутри. Кроме того, мощное микроволновое излучение смертельно для любой электроники, что также надо учитывать [9, 10].

Электромагнитные источники. «Электронные источники» – генераторы радиоволн высокой мощности, приводящие к уничтожению электронного оборудования и компьютерной техники. Создаваемая ими электрическая наводка по мощности воздействия на электронику сравнима с ударом молнии. По принципу разрушения техники они разделяются на низкочастотные, использующие для доставки разрушающего напряжения наводку в линиях электропередач, и высокочастотные, вызывающие наводку непосредственно в элементах электронных устройств и обладающие высокой проникающей способностью: достаточно мелких щелей для вентиляции, чтобы волны проникли внутрь оборудования. Применяются как ударно-волновые излучатели (УВИ), так и менее мощные с использованием пьезоэлектрических генераторов частоты (ПГЧ).

Сверхрадиочастотные источники. Радиочастотные источники – источники, действие которых основано на использовании электромагнитных излучений сверхвысокой (СВЧ) частоты (0,3–30 ГГц) или очень низкой частоты (менее 100 Гц). Объектами поражения этого излучения является человек. При этом имеется в виду способность электромагнитных излучений в диапазоне сверхвысоких и очень низких частот вызывать повреждения жизненно важных органов человека (мозга, сердца, сосудов). Оно способно воздействовать на психику, нарушая при этом восприятие окружающей действительности, вызывая слуховые галлюцинации и др.

К наиболее эффективной защите от ЭМИ следует отнести полную экранировку самой аппаратуры, а также помещений, в которых она размещается. Известно, что если помещение уподобить клетке Фарадея, предотвращающей проникновение внешнего электромагнитного поля, то защита аппаратуры от ЭМИ будет полностью обеспечена. Однако в реальности такая экранировка невозможна, поскольку аппаратуре необходимы подводка электропитания извне и каналы связи для приема и передачи информации. Сами каналы связи также должны иметь защиту от проникновения по ним к аппаратуре электромагнитных воздействий. Установка фильтров в данном случае не спасет, поскольку они работают только в определенной полосе частот и соответствующим образом настраиваются, и фильтры, предназначенные для защиты от низкочастотного

ЭМИ, не будут защищать от воздействия высокочастотного, и наоборот. Хорошую защиту от электромагнитных наводок по каналам связи могут обеспечить используемые вместо них волоконно-оптические линии, однако для цепей питания этого сделать невозможно.

Список литературы:

1. Панков В.П. *Материаловедение и технология конструкционных материалов. Технологические процессы производства и ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей* : учеб. пособие / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, В.И. Табырца, А.А. Швецов Краснодарское ВВА-УЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 328.
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. Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.
4. Панков В.П. Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2-2(22). – С. 47–51.
5. 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.
6. 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.
7. Панков В.П. Исследование способов удаления покрытий с лопаток турбин газотурбинных двигателей / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 11(143). – С. 32–36.
8. Алгоритм определения ошибок ориентации подвижных ортогональных систем координат / И.П. Шепеть, В.П. Панков, Д.В. Бондаренко, Л.Н. Королькова // НаукаПарк. – 2015. – № 4(34). – С. 89–93.
9. Микроволновое излучение СВЧ печей с разработкой защитных материалов на основе углеродных высокоактивированных тканей / В.П. Панков, А.А. Швецов, А.В. Баженов, Д.В. Панков // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 166–173.
10. Перспективные материалы / В.П. Панков, А.А. Швецов, С.Е. Обухова, В.В. Степанова, А.А. Струкова, Д.И. Шрамко // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 156–166.

УДК 621.315.5/6, 621.78

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН И ТКАНЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ЕМКОСТИ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ



RESEARCH OF THE DIRECTIONS OF USE OF CARBON FIBERS AND FABRICS OF INCREASED CAPACITY AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY

Панков В.П.

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

Баженов А.В.

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

Панков Д.В.

Министерство обороны РФ
kvvaul@mil.ru

Pankov V.P.

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

Bazhenov A.V.

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

Pankov D.V.

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

Аннотация. Целью исследований является разработка способов совершенствования химико-физических свойств углеродных волокон с целью получения технологий, составов и методов нанесения слоев на поверхности пористого материала. В исследованиях электропроводности материалов, для производства ионисторов, использовался материал углеродного КМ и углеродные ткани с нанесенным покрытием на основе алюминия.

Ключевые слова: углеволокно, плазма, покрытие, электрическая проводимость, электромагнитное излучение, графеновые и углеродные нанотрубки.

Abstract. The aim of the research is to develop ways to improve the chemical and physical properties of carbon fibers in order to obtain technologies, compositions and methods for applying layers on the surface of a porous material. In studies of the electrical conductivity of materials, for the production of ionistors, a carbon CM material and carbon fabrics with an aluminum-based coating were used.

Keywords: carbon fiber, plasma, coating, electrical conductivity, electromagnetic radiation, graphene and carbon nanotubes.

Целью исследований является разработка способов совершенствования химико-физических свойств углеродных волокон с целью получения технологий, составов и методов нанесения слоев на поверхности пористого материала с высокими показателями электрической проводимости и малой глубиной проникновения электромагнитного излучения [1, 2, 3].

В последние годы появился новый класс приборов, функционально близких к конденсаторам очень большой емкости; занимающих положение между конденсаторами и источниками питания.

Ионисторы – это особый новый тип электролитического конденсатора с двойным электрическим слоем, большой емкости, которая достигает нескольких тысяч фарад (рис. 1, 2) [4].

Их металлические электроды покрыты очень пористым активированным углем, традиционно изготовленным чаще всего – из углеродного аэрогеля, других наноглеродных или графеновых нанотрубок. Между этими электродами находится пористый сепаратор, который удерживает электроды друг от друга при наматывании на спираль. Все это пропитано электролитом. Некоторые инновационные формы ионистора имеют твердый электролит.

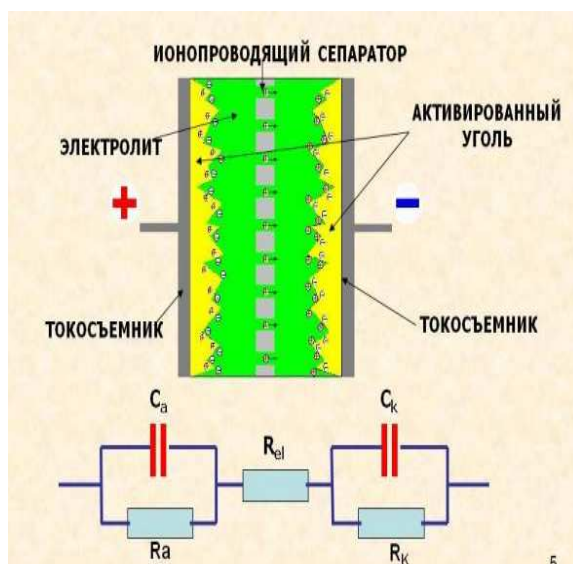


Рисунок 1 – Суперконденсатор с двойным электрическим слоем



Рисунок 2 – Ионисторы

Ионистор использует действие двойной прослойки, сформированной на границе между углем и электролитом. Активированный уголь применяется в качестве электрода в твердой форме, а электролит – в жидкой. Когда эти материалы контактируют друг с другом, положительные и отрицательные полюса распределяются относительно друг друга на очень коротком расстоянии. При приложении электрического поля в качестве основной конструкции используется электрический двойной слой, который образуется вблизи поверхности угля в электролитической жидкости (рис. 3).

Повышенная емкость обусловлена двумя факторами:

- увеличенная эффективная поверхность электродов, выполненных из активированного угля ($2000 \text{ м}^2/\text{г}$);
- сверхмалое расстояние между противоположными зарядами (расстояние порядка

10^{-9} мм); в качестве электродов используются высокопористые угольные материалы (в отличие от алюминиевых электродов обычных электролитических конденсаторов) [5].

При сопоставимых размерах аккумуляторы способны запасать намного больше энергии, чем ионисторы, т.е. обладают значительно большей энергоемкостью, однако ионисторы имеют лучшие показатели по скорости отдачи энергии, а также не боятся коротких замыканий. На согласованную нагрузку даже небольшой ионистор способен выдать ток до 10 А, а приборы больших размеров – до 1000 А.

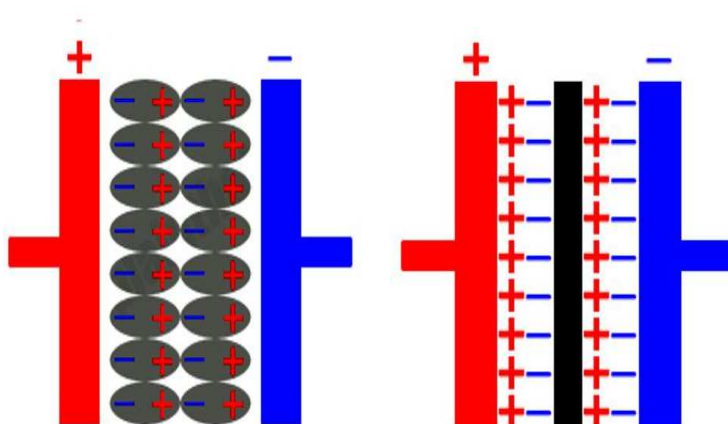


Рисунок 3 – Принцип работы ионистора

При одинаковых размерах аккумуляторы, как правило, значительно тяжелее ионисторов, поскольку в них используются тяжелые металлы.

Аккумуляторы запасают энергию в процессе химических реакций, на которые требуется некоторое (часто достаточно большое) время. Ионисторы запасают энергию в результате перемещения ионов, время заряда до 60–80 % составляет от 30 до 60 с.

Аккумуляторы выдерживают от 500 до 1000 циклов заряда/разряда. При большем числе циклов их емкость постепенно снижается вплоть до полной потери. Ионисторы обеспечивают до 1 млн циклов заряда/разряда без ухудшения параметров.

Повышение эффективности ионисторов достигается благодаря использованию графеновых и углеродных нанотрубок (рис. 4). Они помогут в будущем ионисторам полностью вытеснить электрохимические батареи [5, 6].

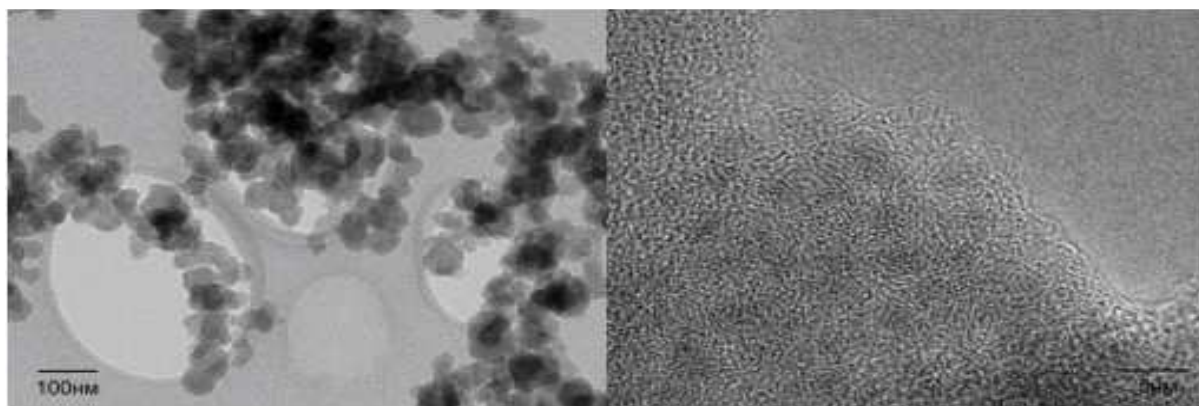


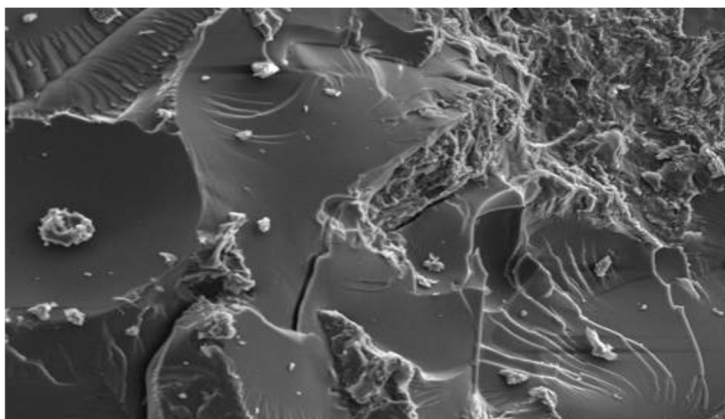
Рисунок 4 – Синтез углеродных нанотрубок плазменным методом

Однослойные углеродные нанотрубки могут быть дополнительно включены в пленку покрытий для дальнейшего улучшения механической, электронной и термической стабильности (рис. 5).

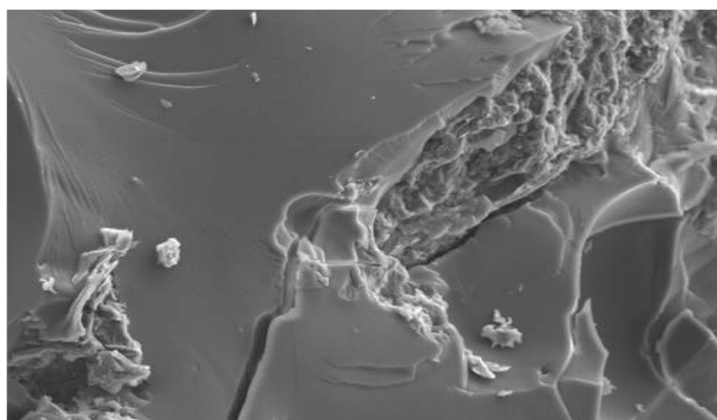
Графен увеличивает емкость ионисторов. Этот революционный материал состоит из листов, толщина которых может быть ограничена толщиной атома углерода и атомная структура которого является ультраплотной. Такие характеристики способны заменить кремний в электронике. Механизм вариации хранения и выбор материала электрода приводят к различным классификациям ионисторов большой емкости:

1. Электрохимические двухслойные конденсаторы (EDLC), которые по большей части используют высокоуглеродистые углеродные электроды и сохраняют свою энергию за счет быстрой адсорбции ионов на границе раздела электрода / электролита.

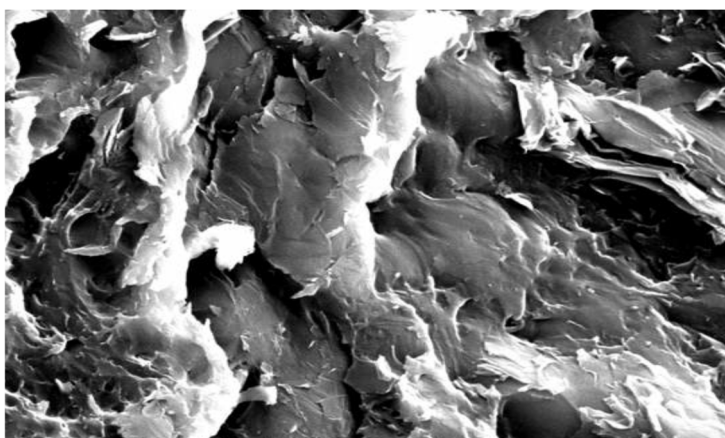
2. Псевдо-конденсаторы основаны на процессе переноса заряда на поверхности электрода или вблизи него. В этом случае проводящие полимеры и оксиды переходных металлов остаются электрохимическими активными материалами.



а)



б)



в)

Рисунок 5 – SEM-изображения образцов КМ с добавлением ФУНТ, полученные на растровом электронном микроскопе при увеличениях: а) $\times 500$; б) $\times 1000$; в) $\times 10000$

Материал электродов – активированные углеродные ткани и ленты. Площадь поверхности и проводимость материала должны быть как можно выше, однако в силу особенностей углерода площадь поверхности (степень активации) и электрическая проводимость обратно пропорциональны.

В исследованиях электропроводности материалов, для производства ионисторов, использовался материал углеродного КМ и углеродные ткани с нанесенным покрытием на основе алюминия (рис. 6).

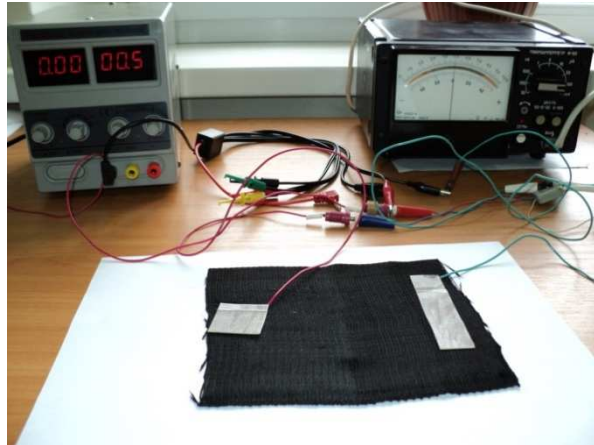


Рисунок 6 – Схема экспериментальной установки

Измеряемым параметром является сила тока, протекающего по исследуемому образцу (как по поверхности, так и внутри углеродного волокна). Дифференциальное сопротивление участка цепи, отражающая электропроводность материала, влияет на силу тока через выражения 1, 2.

$$\bar{J} = \sigma(\bar{E} + \bar{E}_{cm}). \quad (1)$$

Соотношение (1) является обобщенным законом Ома, или вторым законом Кирхгофа, в дифференциальной форме.

Полный ток, протекающий между электродами, определяется выражением

$$I = \int_S \bar{J} dS, \quad (2)$$

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунках 7–13.

Из рисунка 7 видно, что в диапазоне температур (20–60) °С наблюдается полупроводниковый характер температурной зависимости электропроводности КМ, а в области (65–100) °С – металлический [9, 10, 11]. На рисунках 8, 9 приведены температурная зависимость удельного сопротивления КМ и температурная зависимость сопротивления углеродных нитей. В работе [12, 13] приводятся данные измерения электрического сопротивления КМ при их механической деформации.

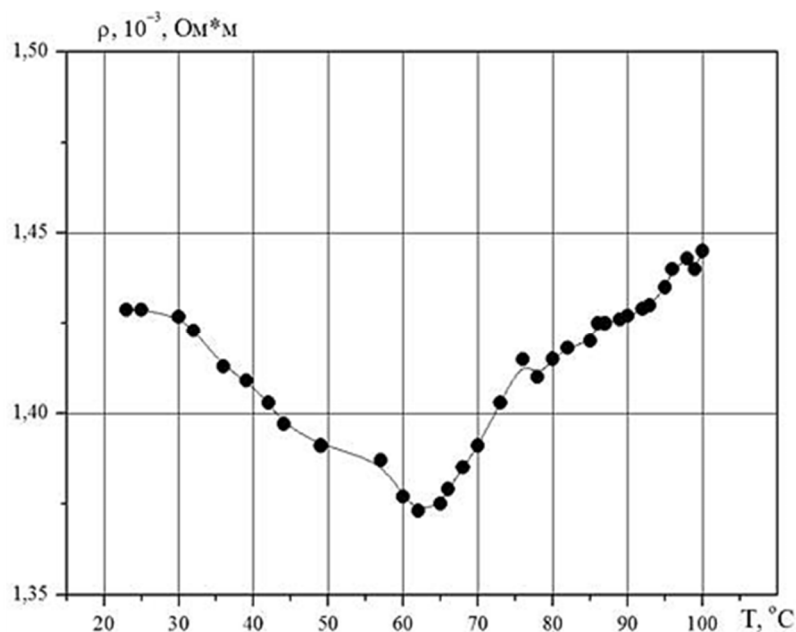


Рисунок 7 – Температурная зависимость удельного сопротивления КМ

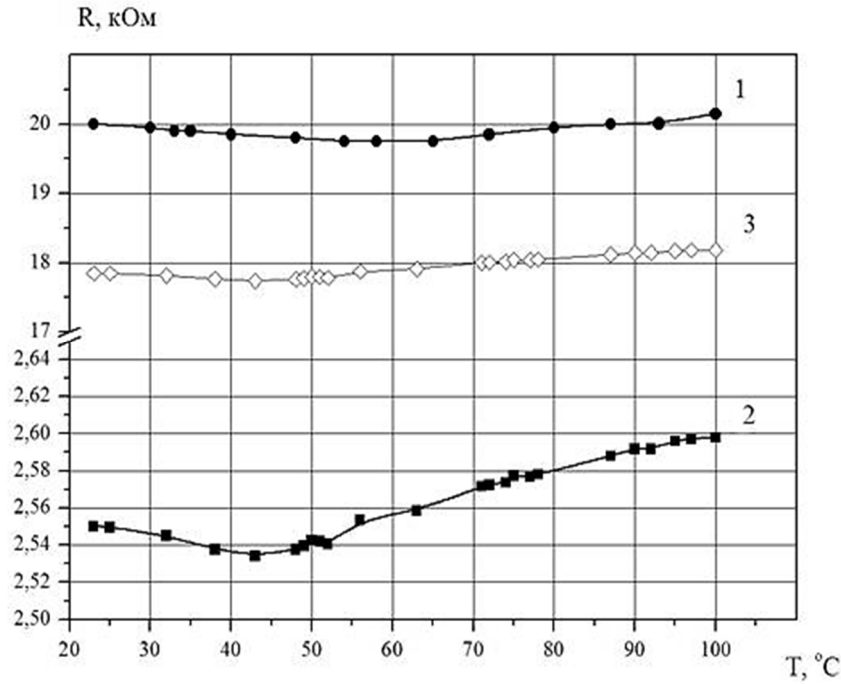


Рисунок 8 – Температурная зависимость сопротивления углеродных нитей: 1 – одна нить; 2 – связка из 7 нитей; 3 – рассчитанное сопротивление одной нити

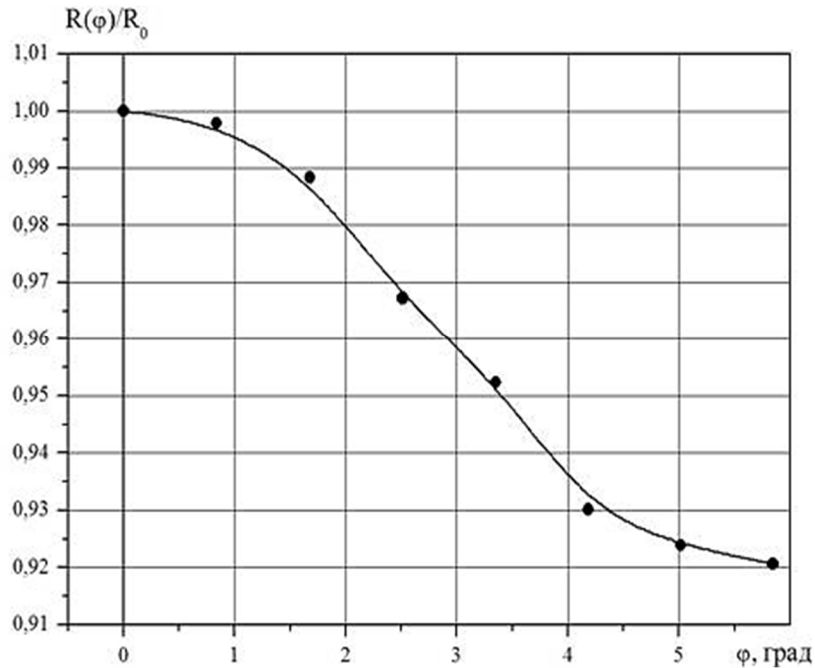


Рисунок 9 – Изменение электрического сопротивления при деформации образца КМ – сопротивление образца, φ – угол деформации

Модификация поверхностных слоев углеволокна под технологические свойства и условия работы деталей и материалов не нашла широкого применения в производстве, так как находится в стадии исследовательского уровня. Работа над проектом, ежегодное участие в Международных выставках по пленкам и покрытиям, тесные научные связи с ведущими предприятиями в данной области позволяют выделить основные направления исследований и их состояние:

- компании LeoVince, Ford исследуют и используют силовые характеристики углеволокна для деталей автотранспорта с добавлением в карбон химических пропиток для блеска изделий;

- институт химии твердого тела и механохимии СО РАН (г. Новосибирск) разрабатывает научное направление по созданию отечественного высокопрочного карбидокремниевое волокна и композитов с улучшенными характеристиками, используя многослойные покрытия, состоящие из различных оксидов и карбидов;
- Светлогорское производственное объединение «Химволокно» решает техническую задачу, в которой использование именно углеродного волокна для нагрева стало ключевым фактором успеха;
- японская компания Toho Tenax производит углеродное волокно с никелевым покрытием для применения такого волокна в авиации, электромобилях и других отраслях, где ожидается рост потребности в защите от электромагнитного излучения;
- компания Carborplate производит и исследует пластины из углеродных волокон, пропитанные эпоксидной смолой, обладающие повышенной прочностью и гибкостью и предназначенные в качестве покрытия для напряженных железобетонных и стальных конструкций;
- компания «МЭТИС» разрабатывает пористые электродные подложки тканого и нетканого типа, образованные волокнами трех типов: гидрофобными, гидрофильными и металлическими. Техническим результатом является улучшение тепломассообменных характеристик электродов, а также повышение их электропроводности;
- предприятие «Кроз», совместно с НИИ Мосстрой России, 26 ЦНИИ Минобороны России, Академия государственной противопожарной службы МЧС России разрабатывают, производят и выводят на российский рынок высококачественные огнезащитные материалы на основе углеволокна.

Применение наноматериалов, нанотрубок, углеродного аэрогеля улучшило характеристики ионисторов, увеличив емкость суперконденсаторов, повысив электропроводимость углеволокна, что подтверждает актуальность исследований по разработке пленок и покрытий, в разработке и производстве углеродных высокоактивированных лент с одновременно высокими показателями емкости и электропроводности.

Список литературы:

1. Панков В.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Технологические процессы производства и ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей : учеб. пособие / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, В.И. Табырца, А.А. Швецов. Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 328.
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. Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.
4. Панков В.П. Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2-2(22). – С. 47–51.
5. 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.
6. 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.
7. Панков В.П. Исследование способов удаления покрытий с лопаток турбин газотурбинных двигателей / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 11(143). – С. 32–36.
8. Алгоритм определения ошибок ориентации подвижных ортогональных систем координат / И.П. Шепеть, В.П. Панков, Д.В. Бондаренко, Л.Н. Королькова // НаукаПарк. – 2015. – № 4(34). – С. 89–93.
9. Степанов В.В. Планирование эксперимента при поиске эффективных условий протекания технологического процесса / В.В. Степанов, М.В. Степанова, Ю.А. Савицкий // 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. 279–283.

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 летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С. 140–145.
11. 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.
12. Степанов В.В. Применение технологии экспертной системы при построении интеллектуальных систем поддержки принятия решений / В.В. Степанов, К.М. Липин, М.В. Степанова // В сборнике: VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 57-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2018. – С. 150–155.
13. To the questions of finding the optimal power loss electric networks based upon solutions of transport problems by the potential method / V.N. Laptev, V.V. Stepanov, V.A. Atroschenko, Y.A. Kabankov, M.V. Stepanova // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 120. – № 6. – С. 1.

УДК 621.315.5/6, 621.78

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И ОТРАЖЕНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ПЛОСКОЙ ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ДВУХ СРЕД**



**INVESTIGATION OF THE PHENOMENA OF REFRACTION AND REFLECTION
OF ELECTROMAGNETIC WAVES AT THE FLAT INTERFACE OF TWO MEDIA**

Панков В.П.

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

Панков Д.В.

Министерство обороны РФ
kvvaul@mil.ru

Швецов А.А.

преподаватель,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Зинченко И.Н.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Целью исследований является разработка эффективных устройств защиты человека и различных объектов от вредных техногенных электромагнитных полей.

Ключевые слова: электромагнитные волны, граничные условия, среда, геометрическая оптика, коэффициент отражения, коэффициент преломления.

Pankov V.P.

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

Pankov D.V.

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

Shvetsov A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Zinchenko I.N.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The purpose of the research is to develop effective devices for protecting humans and various objects from harmful man-made electromagnetic fields.

Keywords: electromagnetic waves, boundary conditions, medium, geometric optics, reflection coefficient, refractive index.

На практике электромагнитные волны (ЭМВ) чаще всего распространяются не в безграничных средах, а встречаются на своем пути различные *границы раздела* двух или более сред. Граничные условия позволяют предположить, что ЭМВ в граничащих средах будут тем более отличаться по своим свойствам, чем сильнее отличаются свойства граничащих сред [1, 2].

Особенностью рассматриваемых явлений и эффектов, возникающих при падении ЭМВ на границу раздела двух сред, является то, что они возникают при взаимодействии двух форм материи: электромагнитное поле и вещества. [3, 4, 5, 6].

Из этой особенности вытекает проблема: каким образом решать граничные задачи такого типа. Наиболее просто (однако и весьма приближенно) эта проблема решается с помощью метода *геометрической оптики*.

Суть метода геометрической оптики: если длина волны гораздо меньше линейных размеров плоскости раздела ($\lambda_{ЭМВ} \ll L$), ЭМВ можно рассматривать в виде луча, перпендикулярного фазовому фронту волны, направление которого совпадает с V_{ϕ} и который обозначается вектором \bar{l} . Распространение ЭМВ в среде при этом характеризуется *комплексным волновым вектором* $\dot{\bar{k}} = \dot{k} \cdot \bar{l}$, где $\dot{k} = \omega \sqrt{\epsilon_a \mu_a}$ – комплексное волновое число. Комплексное значение вектора E (аналогично и вектора H) определяется из решения уравнения Максвелла и имеет вид:

$$\dot{\bar{E}} = \dot{\bar{E}}_0 e^{-j|\dot{k}|\bar{l}} e^{j\omega t} \quad (1)$$

Плоскость падения – это плоскость, проходящая через направление падения ЭМВ и нормаль к границе раздела двух сред в точке падения ЭМВ (рис. 1).

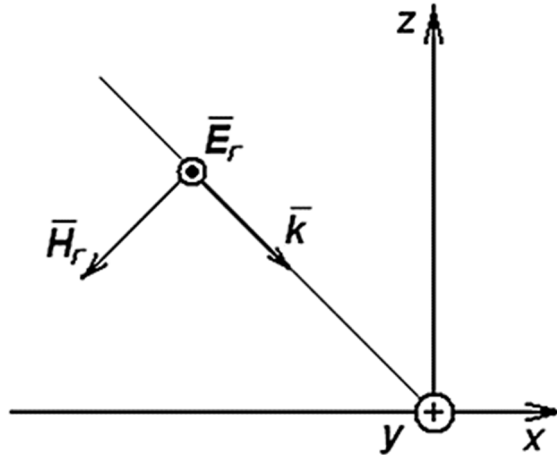


Рисунок 1 – Плоскость падения и касательно поляризованная волна

Плоская ЭМВ называется касательно (горизонтально) поляризованной, если вектор \vec{E} находится в плоскости падения (рис. 1). Плоская ЭМВ называется нормально (вертикально) поляризованной, если вектор \vec{E} перпендикулярен плоскости падения (рис. 2).

В общем случае плоскую ЭМВ с произвольной поляризацией можно представить в виде суммы касательно и нормально поляризованных волн. Решив задачу для каждой из этих волн путем суперпозиции полученных результатов, можно найти решение для ЭМВ с произвольной поляризацией.

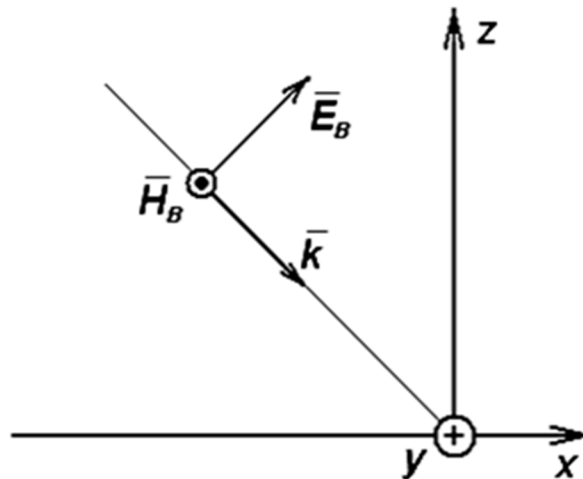


Рисунок 2 – Нормально поляризованная волна

Рассмотрим основные закономерности для углов и коэффициентов отражения и преломления на границе раздела двух различных сред.

Плоскость $z = 0$ – плоскость раздела двух сред с коэффициентами \dot{k}_1 и \dot{k}_2 (рис. 3). Векторы $\vec{l}_i, \vec{l}_R, \vec{l}_T$ – векторы, показывающие направление распространения падающей, отраженной и преломленной ЭМВ соответственно. Падающая ЭМВ – гармоническая функция частоты ω_i , φ_i – угол падения. Необходимо определить углы отражения φ_R и преломления φ_T .

В соответствии с формулой (1) векторы:

$$\begin{aligned}\dot{\vec{E}}_i &= \dot{\vec{E}}_{i0} e^{-jk_1 \bar{l}_i} e^{j\omega_i t}; \\ \dot{\vec{E}}_R &= \dot{\vec{E}}_{R0} e^{-jk_1 \bar{l}_R} e^{j\omega_R t}; \\ \dot{\vec{E}}_r &= \dot{\vec{E}}_{r0} e^{-jk_2 \bar{l}_r} e^{j\omega_r t}.\end{aligned}\quad (2)$$

Сделаем следующие замечания к формулам (2).

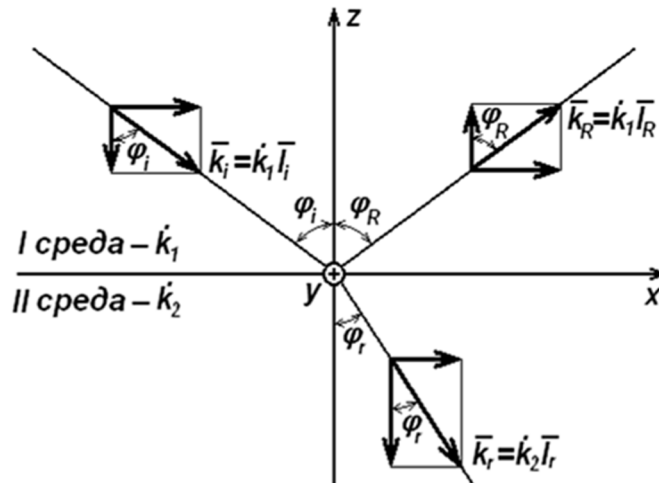


Рисунок 3 – К введению волнового вектора

1. Поскольку падающая волна $\dot{\vec{E}}_i = \dot{\vec{E}}_R + \dot{\vec{E}}_r$ является гармонической функцией частоты ω_i , то отраженная и преломленная волны также являются гармоническими функциями ω_i как слагаемые падающей волны, т.е.:

$$\omega_i = \omega_R = \omega_r = \omega. \quad (3)$$

2. Из курса физики известно, что все три луча должны находиться в одной плоскости, т.е. векторы $\bar{l}_i, \bar{l}_R, \bar{l}_r$ должны лежать в одной плоскости (xyz) (рис. 3). Поэтому:

$$|\bar{l}_i| = |\bar{x}^0| \sin \varphi_i - |\bar{z}^0| \cos \varphi_i; \quad |\bar{l}_R| = |\bar{x}^0| \sin \varphi_R + |\bar{z}^0| \cos \varphi_R; \quad |\bar{l}_r| = |\bar{x}^0| \sin \varphi_r - |\bar{z}^0| \cos \varphi_r. \quad (4)$$

3. Векторы поля \vec{E} и \vec{H} всех трех волн должны удовлетворять граничным условиям во всех точках плоскости раздела и в любой момент времени. Это будет выполняться, в частности, если условия распространения для трех ЭМВ на границе раздела будут одинаковыми, т.е. на границе раздела будут равны их фазовые множители [7, 8, 9].

Из формулы (2) с учетом формул (3) и (4) найдем, что фазовые множители при $z = 0$

$$\omega t - \dot{k}_1 |\bar{x}^0| \sin \varphi_i = \omega t - \dot{k}_1 |\bar{x}^0| \sin \varphi_R = \omega t - \dot{k}_2 |\bar{x}^0| \sin \varphi_r,$$

или

$$\dot{k}_1 \sin \varphi_i = \dot{k}_1 \sin \varphi_R = \dot{k}_2 \sin \varphi_r. \quad (5)$$

Из формулы (5) следует:

– первый закон Снеллиуса (закон отражения): угол отражения равен углу падения:

$$\varphi_R = \varphi_i, \quad (6)$$

– второй закон Снеллиуса (закон преломления): отношение синусов углов преломления и падения есть величина постоянная для двух произвольных сред и равна отношению комплексных постоянных распространения ЭМВ в первой и второй средах [10, 11].

$$\sin \varphi_r / \sin \varphi_i = \dot{k}_1 / \dot{k}_2. \quad (7)$$

Если $\sigma_1 = \sigma_2 = 0$, то:

$$\frac{\sin \varphi_r}{\sin \varphi_i} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{\sqrt{\epsilon_{a1} \mu_{a1}}}{\sqrt{\epsilon_{a2} \mu_{a2}}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_{\phi 2}}{V_{\phi 1}}, \quad (8)$$

где $n = \sqrt{\epsilon_a \mu_a}$ – коэффициент преломления среды.

Выражение второго закона Снеллиуса можно получить аналитически, используя только граничные условия [12, 13].

Из рисунка 3

$$D_{n1} = D_1 \cos \varphi_i,$$

$$D_{n2} = D_2 \cos \varphi_r,$$

$$D_{\tau 1} = D_1 \sin \varphi_i,$$

$$D_{\tau 2} = D_2 \sin \varphi_r.$$

Используя:

$$(\bar{D}_1 - \bar{D}_2) \bar{n}^o = \bar{D}_{1n} - \bar{D}_{2n} = \rho_s$$

при отсутствии поверхностных зарядов, получим:

$$D_1 \cos \varphi_i = D_2 \cos \varphi_r, \quad (9)$$

или преобразуя:

$$D_2 = D_1 \frac{\cos \varphi_i}{\cos \varphi_r}.$$

Из выражений:

$$\frac{D_{1\tau}}{D_{2\tau}} = \frac{\epsilon_{a1}}{\epsilon_{a2}}; \quad \frac{B_{1\tau}}{B_{2\tau}} = \frac{\mu_{a1}}{\mu_{a2}}.$$

следует:

$$\frac{D_1 \sin \varphi_i}{D_2 \sin \varphi_r} = \frac{\epsilon_{a1}}{\epsilon_{a2}}. \quad (10)$$

Подставляя (9) в (10), получаем:

$$\frac{D_1 \sin \varphi_i \cos \varphi_r}{D_1 \sin \varphi_r \cos \varphi_i} = \frac{\epsilon_{a1}}{\epsilon_{a2}}. \quad (11)$$

Аналогично:

$$H_{n1} = H_1 \cos \varphi_i;$$

$$H_{n2} = H_2 \cos \varphi_r;$$

$$H_{\tau 1} = H_1 \sin \varphi_i;$$

$$H_{\tau 2} = H_2 \sin \varphi_r;$$

откуда, используя:

$$\int_{ab} (\bar{H}_1 - \bar{H}_2) \bar{\ell}^0 d\ell = \int_{ab} \bar{J}_s \bar{S}^0 d\ell,$$

имеем:

$$H_1 \sin \varphi_i = H_2 \sin \varphi_r,$$

т.е.:

$$H_2 = H_1 \frac{\sin \varphi_i}{\sin \varphi_r},$$

а из выражения:

$$\frac{E_{1n}}{E_{2n}} = \frac{\epsilon_{a2}}{\epsilon_{a1}}; \quad \frac{H_{1n}}{H_{2n}} = \frac{\mu_{a2}}{\mu_{a1}}$$

следует:

$$\frac{H_1 \cos \varphi_i}{H_2 \cos \varphi_r} = \frac{\mu_{a1}}{\mu_{a2}},$$

или:

$$\frac{H_1 \cos \varphi_i \sin \varphi_r}{H_1 \cos \varphi_r \sin \varphi_i} = \frac{\mu_{a1}}{\mu_{a2}}. \quad (12)$$

Разделив правую и левую части выражения (11) на соответствующие части (12), получаем:

$$\frac{\sin^2 \varphi_i}{\sin^2 \varphi_r} = \frac{\epsilon_{a2} \mu_{a2}}{\epsilon_{a1} \mu_{a1}},$$

или окончательно приходим к формуле (8):

$$\frac{\sin \varphi_i}{\sin \varphi_r} = \frac{\sqrt{\epsilon_{a2} \mu_{a2}}}{\sqrt{\epsilon_{a1} \mu_{a1}}}.$$

Коэффициентом отражения \dot{R} называется отношение комплексных значений векторов \dot{E}_R и \dot{E}_i , коэффициентом преломления \dot{r} – отношение комплексных значений \dot{E}_r и \dot{E}_i , т.е.:

$$\dot{R} = \dot{E}_R / \dot{E}_i = |\dot{R}| e^{j\phi}; \quad \dot{r} = \dot{E}_r / \dot{E}_i = |\dot{r}| e^{j\psi}. \quad (13)$$

Для определения R_r, r_r на границе раздела двух сред (рис. 4) воспользуемся граничными условиями для касательных составляющих E_T и H_T при $\bar{J}_S = 0$

$$E_{T1} = E_{T2}; \quad H_{T1} = H_{T2}.$$

Из решения уравнения (20) относительно \dot{R}_b и \dot{r}_b следует, что:

$$\dot{R}_B = \frac{\dot{\rho}_{c2} \cos \varphi_r - \dot{\rho}_{c1} \cos \varphi_i}{\dot{\rho}_{c2} \cos \varphi_r + \dot{\rho}_{c1} \cos \varphi_i}; \quad \dot{r}_B = \frac{2\dot{\rho}_{c2} \cos \varphi_i}{\dot{\rho}_{c2} \cos \varphi_r + \dot{\rho}_{c1} \cos \varphi_i}. \quad (21)$$

Если I и II среда – идеальные диэлектрики, то:

$$R_B = \frac{\operatorname{tg}(\varphi_r - \varphi_i)}{\operatorname{tg}(\varphi_r + \varphi_i)}; \quad r_B = \frac{2 \sin \varphi_r \cos \varphi_i}{\sin(\varphi_r + \varphi_i) \cos(\varphi_r - \varphi_i)}. \quad (22)$$

Из формул (19), (21) легко получить формулы коэффициентов отражения и преломления для ЭМВ, падающей на границу раздела нормально, положив $\varphi_i = \varphi_r = 0$

$$\dot{R}_0 = \frac{\dot{\rho}_{c2} - \dot{\rho}_{c1}}{\dot{\rho}_{c2} + \dot{\rho}_{c1}}; \quad \dot{r}_0 = \frac{2\dot{\rho}_{c2}}{\dot{\rho}_{c2} + \dot{\rho}_{c1}}, \quad (23)$$

из которых следует, что при нормальном падении ЭМВ на границу раздела сред исчезают различия между нормально (вертикально) и тангенциально (горизонтально) поляризованными ЭМВ.

Коэффициенты $\dot{R}_B, \dot{R}_r, \dot{R}_0, \dot{r}_B, \dot{r}_r, \dot{r}_0$ называются коэффициентами Френеля.

В результате исследований удалось создать эффективные устройства защиты от вредных техногенных электромагнитных полей [14].

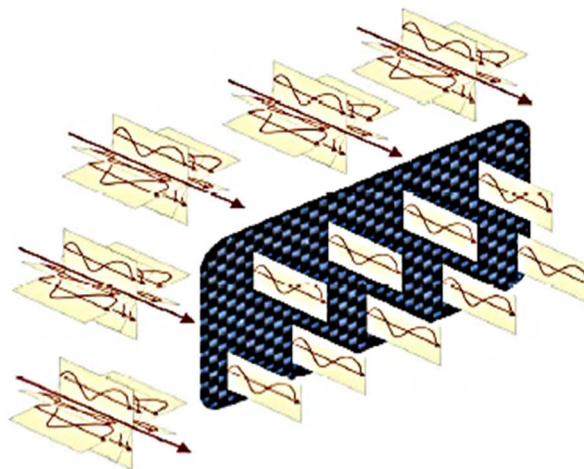
По принципу действия, устройства можно условно подразделить на два основных класса: класс гармонизаторов и класс нейтрализаторов.

Устройства первого класса представляют собой генераторы электромагнитных полей, характер и интенсивность излучения которых, соответствуют естественному электромагнитному фону.

Однако доминирующее положение устройств защиты занимают устройства второго класса, нейтрализующие вредное воздействие техногенных ЭМП на организм человека.

Такие устройства являющиеся «пассивными» генераторами (не имеющими источников электропитания). Большинство нейтрализаторов выполнено в виде подложки, на которую методом высоких технологий послойно наносятся специально рассчитанные геометрические фигуры из различных материалов. Такой «слоеный пирог» не только обеспечивает эффективную защиту от влияния вредных полей, но и одновременно стимулирует всю биоэнергетику организма.

Работа устройств основана на волновых свойствах электромагнитных излучений. Материал устройства представляет собой дифракционную решетку (рис. 6). При расчетах взаимодействия электромагнитных излучений со специальным материалом использовались явления интерференции и дифракции.



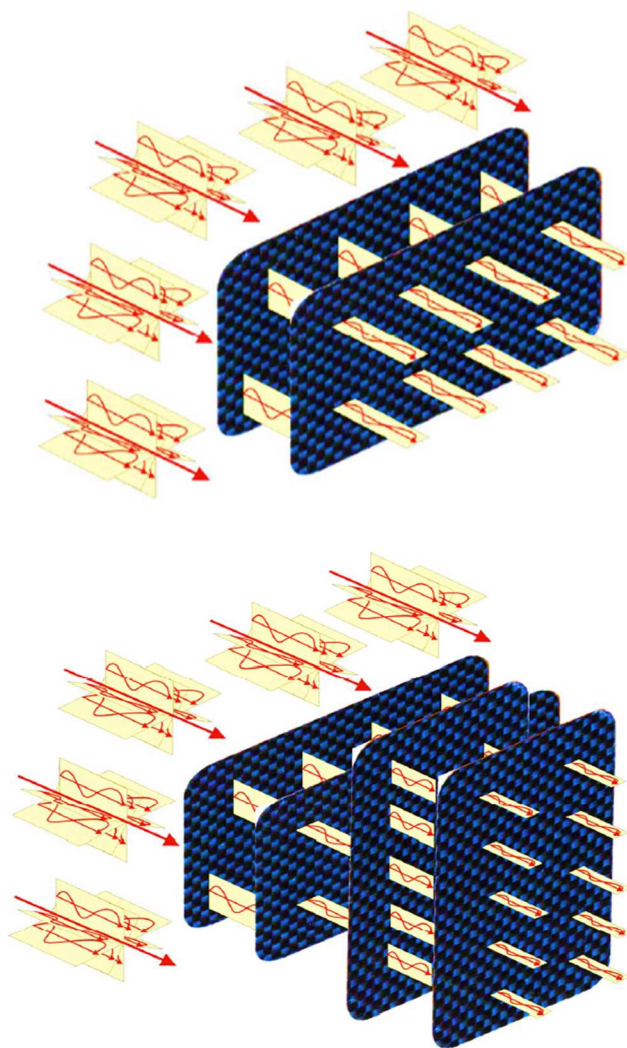


Рисунок 4 – Явления поляризации этих волн в плоскости пересечения переплетений

При прохождении ЭМИ через первый слой материала и отражении внутри, электромагнитное поле поляризуется. При прохождении через следующие слои материала электромагнитное поле изменяется в соответствии с законами интерференции и дифракции

Список литературы:

1. Панков В.П. *Материаловедение и технология конструкционных материалов. Технологические процессы производства и ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей* : учеб. пособие / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, В.И. Табырца, А.А. Швецов Краснодарское ВВАУЛ им. А.К.Серова. – Краснодар, 2020. – С. 328.
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. *Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна* / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.
4. Панков В.П. *Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению* / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2-2(22). – С. 47–51.
5. *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.
6. *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.

7. Панков В.П. Исследование способов удаления покрытий с лопаток турбин газотурбинных двигателей / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 11(143). – С. 32–36.
8. Алгоритм определения ошибок ориентации подвижных ортогональных систем координат / И.П. Шепеть, В.П. Панков, Д.В. Бондаренко, Л.Н. Королькова // НаукаПарк. – 2015. – № 4 (34). – С. 89–93.
9. Степанов В.В. Планирование эксперимента при поиске эффективных условий протекания технологического процесса / В.В. Степанов, М.В. Степанова, Ю.А. Савицкий // 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. 279–283.
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 летчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С.140–145.

УДК 661.961

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОСОБО ЧИСТОГО ВОДОРОДА**
◆◆◆◆
**PROMISING MATERIALS FOR THE PRODUCTION
OF ESPECIALLY PURE HYDROGEN**

Пивень В.А.

кандидат физико-математических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Шипалов В.И.

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

Закарян Р.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Землянкин Е.Д.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Приведен сравнительный анализ водородопроницаемости материалов на основе палладия и металлов 5-ой группы, перспективных в настоящее время для получения особо чистого водорода мембранным методом. Показано, что высокая стоимость является серьезным препятствием для применения палладиевых сплавов в качестве фильтровых материалов и стимулом для разработки иных сплавов, не содержащих палладия и других драгоценных металлов.

Ключевые слова: водород, растворимость, диффузия, проницаемость, аррениусовская зависимость.

Piven V.A.

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

Shipalov V.I.

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

Zakaryan R.M.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Zemlyankin E.D.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. A comparative analysis of the hydrogen permeability of palladium-based materials and group 5 metals, which are currently promising for obtaining especially pure hydrogen by the membrane method, is presented. It is shown that the high cost is a serious obstacle to the use of palladium alloys as filter materials and an incentive for the development of other alloys that do not contain palladium and other precious metals.

Keywords: hydrogen, solubility, diffusion, permeability, Arrhenius dependence.

Сверхчистый водород (чистота 99,9999 %) широко используется в производстве полупроводников и технологиях микроэлектроники, а также все больше чистого водорода требуется для развивающейся водородной энергетики. Водород высокой чистоты в огромных масштабах требуется также в нефтехимии для производства углеводородных топлив, удовлетворяющих всё более жёстким экологическим стандартам [1].

Самый простой и эффективный способ получения сверхчистого водорода – **его выделение с помощью металлических мембран**. Метод основан на том, что фольги сплавов некоторых металлов при повышенных температурах с высокой скоростью пропускают водород, но почти непроницаемы для примесей. В настоящее время самым дешевым и самым распространенным (около 85 % мирового производства) способом получения водорода является конверсия метана, после которой требуется очистка газа от примесей. Основными газообразными примесями в таком водороде является влага (водяной пар), кислород, монооксид углерода (CO), диоксид углерода (CO₂), а также азот (N₂) и метан (CH₄), причем эти последние очень трудно удаляемы [2].

Обычно для этой цели применяются мембраны из сплавов Pd, способных выделять водород из газовых смесей со 100 % селективностью. Проблемой является чрезвычайно высокая цена таких мембран при их относительно невысокой производитель-

ности. Отсутствие производительных и приемлемых по цене мембран тормозит развитие многих важных направлений, которые могли бы быть основаны на прогрессивных мембранных технологиях.

В работах нескольких последних десятилетий было найдено, что производительность мембран из сплавов металлов 5-ой группы (ванадий, ниобий и тантал) не меньше и даже выше, чем в сплавах палладия [1–6]. Проблемой практического применения вышеуказанных мембран является слишком высокая растворимость водорода в чистых металлах 5-ой группы. В типичных рабочих условиях это приводит к недопустимо высокой концентрации растворённого водорода, и, как следствие, к риску механического разрушения мембраны. Легирование металлов 5-ой группы способно оптимизировать растворимость водорода и другие свойства потенциальных мембранных материалов. Именно в направлении создания подходящих сплавов на основе металлов 5-ой группы прикладываются усилия многочисленных научных групп, пытающихся создать эффективные мембраны для получения особо чистого водорода.

В статье дается краткий сравнительный анализ водородопроницаемости ряда металлов и сплавов, перспективных в настоящее время как материалы для мембранного способа получения особо чистого водорода.

Сплавы на основе палладия

За последние несколько десятков лет наиболее широкое практическое распространение за рубежом и в нашей стране получил сплав **Pd-Ag** с незначительными добавками других металлов. Основу (около 80 %) всегда составляет палладий, стоимость которого сравнима со стоимостью золота. Высокая стоимость сплава приводит к относительно высокой стоимости очистки водорода. Однако этот метод позволяет создавать компактные установки для удаления примесей, что дает возможность располагать их непосредственно в местах потребления, исключая, таким образом, многочисленные стадии компрессии, перекачек и транспортировки в баллонах или по трубопроводу высокочистого водорода [3].

В СССР наиболее часто для выделения водорода из газовых смесей применялся сплав **B1** (в весовых %: Ag 15.2–16.8, Au 1.3–2.1, Ru 0.4–1.1, Pt 0.4–1.1, Al 0.08–0.2, Pd – остальное) [7]. В качестве перспективных материалов для диффузионных фильтров были также проведены исследования сплавов палладия с добавками Re, Rh, Pt, результаты обобщены в [8]. Показано, что при высоких температурах ($T > 800\text{K}$) проницаемость сплава палладий-платина выше, чем у сплава B1.

На рисунке 1 [9], [10] представлены зависимости водородопроницаемости сплавов на основе палладия. Этот параметр на данном графике дан в размерности, представляющей кубические метры водорода, приведенные к нормальному давлению, прошедшие через 1 квадратный метр мембраны за 1 час при давлении на входной стороне 1 МПа. Видно, что наибольшей водородопроницаемостью в интервале температур от 300 °C до 600 °C обладает сплав Pd-7wt. %Y. Водородопроницаемость сплавов палладия с иттрием в зависимости от температуры в 2–2,5 раза превышает водородопроницаемость сплава Pd-23wt. %Ag, а при 500 °C она выше более чем в 3 раза. Отметим, что сплав Pd-7wt. %Y имеет высокую проницаемость водорода наряду с хорошими физико-химическими свойствами при повышенных температурах и давлении.

Необходимость добавления других металлов в сплавы палладия вызвана тем, что палладий является гидридообразующим металлом. При рабочих температурах мембраны (как правило, выше 400 °C) гидрид не образуется, а водород присутствует в металле в виде твердого раствора. При его неконтролируемом охлаждении (например, при выключении электропитания) ниже 292 °C формируется гидридная фаза, обладающая иными параметрами кристаллической решетки, чем исходный твердый раствор. Для устранения фазового перехода или понижения его температуры ниже комнатной и добавляются другие металлы в сплав к палладию. Этому условию в достаточной степени удовлетворяет сплав **B-1**, поскольку аварийные охлаждения промышленных установок, в которых он применялся, под водородом не приводили к выходу из строя аппаратов для получения особо чистого водорода.

В работе [Ошибка! Источник ссылки не найден] исследована водородопроницаемость тонких фольг сплавов палладия B-1 и Pd-In-Ru (6-0.5 %). Показано, что оптимальным сочетанием механических свойств (прочности и пластичности), водородопроницаемости и коррозионной стойкости обладает сплав Pd-Ru-In (6-0.5 wt. %), хотя и в сплаве B-1 упомянутый фазовый переход отсутствует.

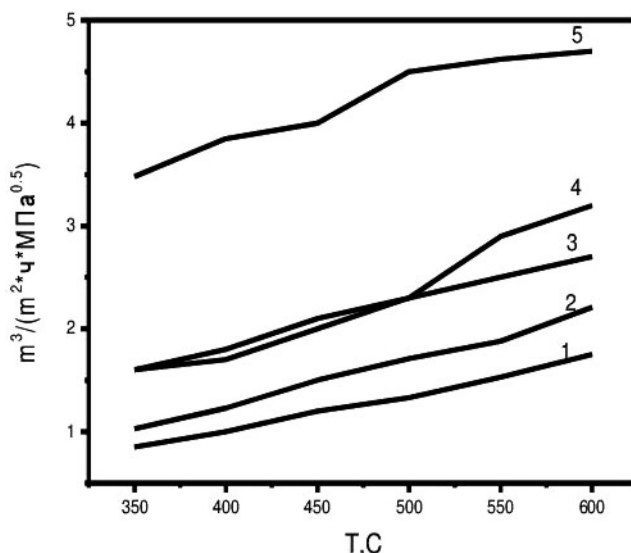


Рисунок 1 – Температурные зависимости водородопроницаемости различных сплавов на основе палладия (1 – В1; 2 – Pd-Ru-In(6-0.5wt. %); 3 – Pd-8wt. %Pb; 4 – Pd-40wt. %Cu; 5- Pd-7wt. %Y) [9, 10]

Сплавы на основе никелида титана TiNi

Основной структурной фазой рассматриваемых сплавов является интерметаллид на основе никелида титана TiNi (50–52 ат. % Ni), в который добавляются в разных количествах металлы 5-ой группы (TiNi+V) 0, (TiNi+Nb) 0, (TiNi+Ta) 0. Основная доля частиц V, Ta, Nb, определяющих особые свойства сплавов, расположены по границам зерен никелида титана. Ti уменьшает размер зерна, делая структуру сплава мелкокристаллической, а также служит упрочняющим элементом.

Все рассматриваемые сплавы по типу структуры являются твердыми растворами на основе одной из аллотропических модификаций титана. Такие твердые растворы обладают более высокими прочностью и твердостью, чем простые металлы, имеют хорошую пластичность. При наличии водорода в изучаемых сплавах происходит перераспределение элементов между фазами и структурными составляющими [4].

На рисунке 2 приведены Аррениусовские зависимости водородопроницаемости, построенные по данным статей [12, 14, 15]. Для сравнения на том же рисунке приведен график для палладия. Видно, что сплавы на основе никелида титана демонстрируют водородопроницаемость, отличающуюся от палладия менее, чем на порядок величины.

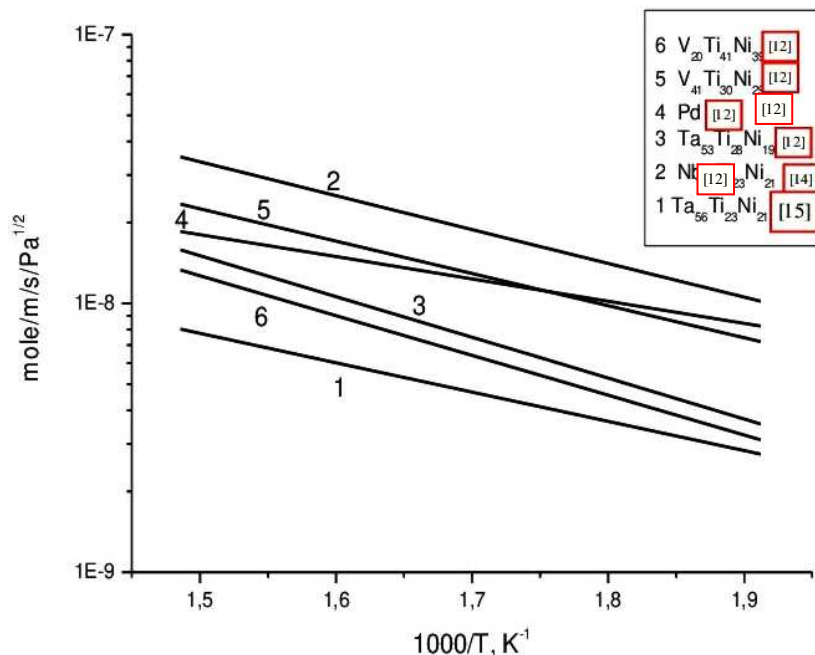


Рисунок 2 – Аррениусовские зависимости водородопроницаемости сплавов на основе никелида титана [12–15]

Аморфные сплавы типа Ni-Nb-Zr

В работе 0 рассмотрены аморфные сплавы Ni-Nb-Zr с различным содержанием циркония. Были изготовлены сплавы $(Ni_{0,6}Nb_{0,4})_{100-x}Zr_x$ ($x = 0, 20, 30, 40, 50 \%$). На рисунке 3 приведены Аррениусовские зависимости их водородопроницаемости, там же приводится график для палладия. Видно, что **при увеличении содержания Zr проницаемость водорода увеличивается**. Наибольшее значение проницаемости было обнаружено для сплава $(Ni_{0,6}Nb_{0,4})_{50}Zr_{50}$ при температуре 673 К. В работе 0 тех же авторов исследовано влияние добавок Co в аморфный сплав Ni-Nb-Zr на устойчивость к разрушению. Было обнаружено, что **включение Co подавляет водородное охрупчивание**. Аррениусовская зависимость водородопроницаемости, построенная по данным этой статьи, приведена на том же рисунке 3.

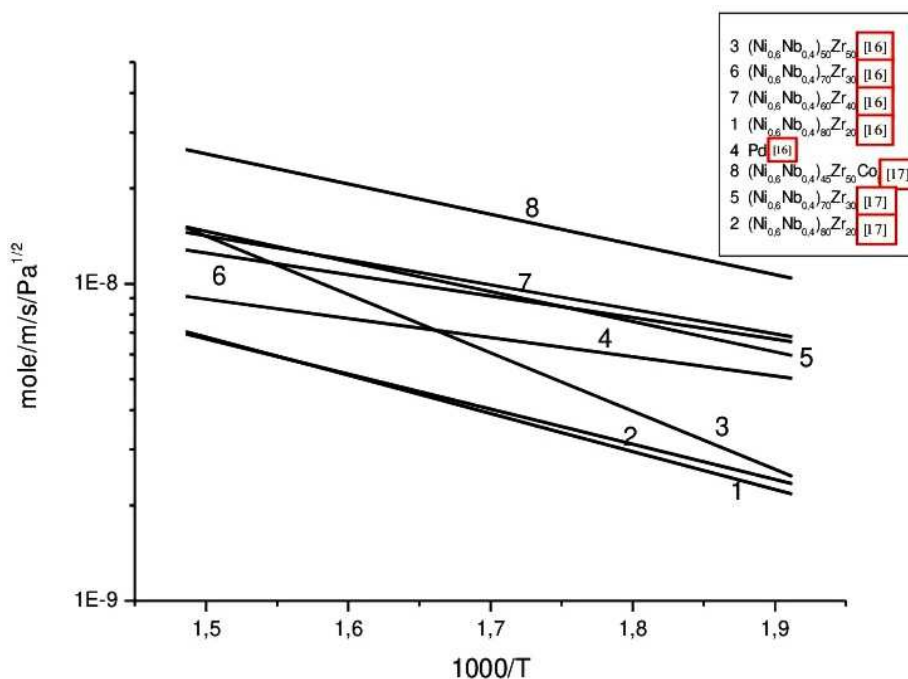


Рисунок 3 – Аррениусовские зависимости водородопроницаемости для сплавов $(Ni_{0,6}Nb_{0,4})_{100-x}Zr_x$ и $(Ni_{0,6}Nb_{0,4})_{45}Zr_{50}Co_5$

Сплавы V-Ni

Водородопроницаемость мембран из твердых растворов V-Ni (до 15 ат. % Ni) оказывается существенно ниже, чем мембран из чистого ванадия [16–18], но при этом мембраны даже с самым высоким содержанием никеля (V-15 % Ni) оказываются не менее проницаемыми, чем мембраны из палладия [5] (рис. 4).

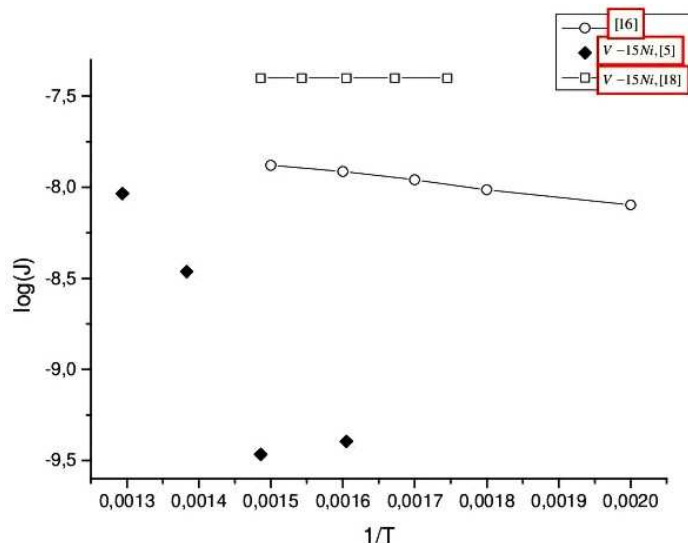


Рисунок 4 – Аррениусовские зависимости проницаемости водорода для сплавов V-Ni и чистого Pd

Указанное снижение скорости транскристаллического переноса абсорбированного водорода происходит в основном благодаря уменьшению растворимости водорода в ванадии, что и является основной целью легирования.

При этом коэффициент диффузии снижается довольно умеренно и, таким образом, сплавы V-Ni представляются весьма перспективными в качестве мембранных материалов.

Заключение

В настоящее время, большинство сплавов, пригодных для практического применения мембранного способа очистки водорода от примесей, основаны на использовании **палладия и других драгметаллов**. Однако высокая стоимость является серьезным препятствием для применения палладиевых сплавов в качестве фильтровых материалов и стимулом для разработки иных сплавов, не содержащих палладия и других драгоценных металлов.

Наиболее проработанными в плане структурных свойств и водородного охрупчивания являются сплавы на основе **никелида титана TiNi**. Они проявляют отличные свойства по проникновению водорода, исходные материалы доступны.

Сплавы V-Ni представляются весьма перспективными в качестве мембранных материалов, но требуются дополнительные исследования его структурных свойств и водородного охрупчивания.

Для аморфных **сплавов типа Ni-Nb-Zr** необходимы еще дополнительные исследования их структурных и механических свойств.

Список литературы:

1. Hydrogen transport by group 5 metals: Achieving the maximal flux density through a vanadium membrane / V.N. Alimov, A.O. Busnyuk, M.E. Notkin, A.I. Livshits // Tech. Phys. Lett. – 2014. – Vol. 40. – № 3. – P. 228–230.
2. Pd-V-Pd composite membranes: Hydrogen transport in a wide pressure range and mechanical stability / V.N. Alimov, A.O. Busnyuk, M.E. Notkin, A.I. Livshits // J. Memb. Sci. – 2014. – Vol. 457. – P. 103–112.
3. Sung Il Jeon, Jung Hoon Park, Edoardo Magnone, Yong Taek Lee, Eric Fleury. Hydrogen permeation of Pd-coated V90Al10 alloy membranes at different pressures in the presence and absence of carbon dioxide // Current Applied Physics. – 2012. – Vol. 12. – P. 394–400.
4. Alloys based on Group 5 metals for hydrogen purification membranes / S. Kozhakhmetov, N. Sidorov, V. Piven, I. Sipatov, I. Gabis, B. Arinov // Journal of Alloys and Compounds. – 2015. – № 645. – P. 36–40.
5. Structure and hydrogen permeability of V15Ni alloy / A. Baraban, I. Gabis, S. Kozhakhmetov, M. Murzinova, V. Piven, N. Sidorov, I. Sipatov, A. Voyt // International Journal of Hydrogen Energy. – 2019. – № 44. – P. 27492–27498.
6. Livshits A.I. Physico-Chemical Origin of Superpermeability – Large-Scale Effects of Surface Chemistry on «Hot» Hydrogen Permeation and Absorption in Metals / A.I. Livshits, M.E. Notkin, A.A. Samartsev // J.Nucl.Mater. – 1990. – № 170; 74–94 с.
7. А.с. 549981 СССР, МКИ С 22 С 5/04. Сплав на основе палладия для получения сверхчистого водорода и его изотопов / В.А. Гольцов, П.В. Гельд, Г.Е. Каган [и др.] (СССР); Заявлено 4.05.70; Опубл. 1977, Бюл. № 43. – 1 с.
8. Сплавы палладия с металлами платиновой группы для получения особо чистого водорода / В.А. Пивень, И.Е. Габис, Н.И. Сидоров, Э.А. Пастухов // Физические проблемы водородной энергетики. – СПб., 20–22 ноября, 2003. – С. 39–40.
9. Сплавы палладия для водородной энергетики / Г.С. Бурханов, Н.Б. Горина, Н.Б. Кольчугина, Н.Р. Рошан // Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. – 2006. Т. L. – № 4. – С. 36–40.
10. Сивков М.Н. Результаты прикладных исследований в области водородной мембранной технологии / М.Н. Сивков, И.Н. Саханская, Д.И. Словецкий // Цветные металлы. – 2007. – № 1. – С. 36–43.
12. Hydrogen permeation characteristics of (V, Ta) – Ti – Ni alloys / K. Hashi, K. Ishikawa, T. Matsuda, K. Aoki // Journal of Alloys and Compounds. – 2005. – 404-406. – P. 197–200.
13. K. Kishida, Y. Yamaguchi, K. Tanaka, H. Inui [et. al.]. Microstructures and hydrogen permeability of directionally solidified Nb – Ni – Ti alloys with the Nb – NiTi eutectic microstructure // Intermetallics. – 2008, 16,1 January. – P. 88–95.
14. Luo K. Ishikawa. High hydrogen permeability in the Nb – rich Nb – Ti – Ni alloy / Luo K. Ishikawa, K. Aoki // Journal of Alloys and Compounds 407. – 2006. – P. 115–117.

15. Luo W. Hydrogen permeable Ta – Ti – Ni duplex phase alloys with high resistance to hydrogen embrittlement / W. Luo, K. Ishikawa, K. Aoki // *Journal of Alloys and Compounds* 460,1–2, 28 July 2008. – P. 353–356.
16. Hydrogen permeation and structural features of melt-spun Ni – Nb – Zr amorphous alloys / M. Yamaura, M. Sakurai, Hasegawa K. Wakoh [et. al.] // *Journal of Membrane Science* 286. – 2006. – P. 170–173.
17. Development of melt-spun Ni – Nb – Zr – Co amorphous alloy for high-performance hydrogen separating membrane / Y. Shimpo, S. Yamaura, M. Nishida, H. Kimura, A. Inoue // *Journal of Membrane Science* 286. – 2006. – P. 170–173.
18. Diffusion of Atomic Hydrogen through V-Ni Alloy Membranes under Nondilute Conditions / M.D. Dolan, K.G. McLennan, J.D. Way // *J. Phys. Chem.* 116. – 2012. – P. 1512–1518.

УДК 535

**УСТАНОВКА ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ МЕТОДА ЗОН ФРЕНЕЛЯ
В ЯВЛЕНИИ ДИФРАКЦИИ ВОЛН СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ**



**INSTALLATION TO DEMONSTRATE THE FRESNEL ZONE METHOD IN THE
PHENOMENON OF DIFFRACTION OF MICROWAVE RADIATION WAVES**

Пивень В.А.

кандидат физико-математических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Шипалов В.И.

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

Строгий П.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Кутяков В.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Рассматриваются теоретические основы и методика демонстрации опытов по дифракции волн СВЧ-излучения, которые иллюстрируют как свойства электромагнитных волн, так и общие положения теории дифракции волн – зон Френеля. Показано, что применение электромагнитных волн СВЧ-излучения для демонстрации явления дифракции оказывается более удобным в сравнении с оптическим диапазоном электромагнитных волн. Приводятся технические характеристики разработанной установки для демонстрации явления дифракции и объяснения понятия зон Френеля.

Ключевые слова: электромагнитная волна, длина волны, оптическая разность хода, разность фаз, дифракция волн, зоны Френеля.

Piven V.A.

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

Shipalov V.I.

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

Strogij P.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kutyakov V.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The theoretical foundations and methods of demonstrating experiments on diffraction of microwave radiation waves are considered, which illustrate both the properties of electromagnetic waves and the general provisions of the theory of diffraction of Fresnel wave zones. It is shown that the use of electromagnetic waves of microwave radiation to demonstrate the phenomenon of diffraction is more convenient in comparison with the optical range of electromagnetic waves. The technical characteristics of the developed installation are given to demonstrate the phenomenon of diffraction and explain the concept of Fresnel zones.

Keywords: electromagnetic wave, wavelength, optical travel difference, phase difference, wave diffraction, Fresnel zones.

Дифракция электромагнитной волны – это явление отклонения от прямолинейного направления распространения волны вблизи препятствий, размеры которых сравнимы с длиной волны [1]. В случае длинных волн (более одного метра) для наблюдения волновых эффектов требуются громоздкие установки, к тому же наблюдается сильное рассеяние, приводящее к сложности регистрации необходимых явлений. В случае волн оптического диапазона (400–750 нм) возникают сложности, связанные с изготовлением очень малых препятствий и применения дополнительных оптических устройств (например, линзы) для четкого наблюдения явлений. Применение волн СВЧ-диапазона (трехсантиметровая электромагнитная волна) позволяет регистрировать сигнал и воспроизводить дифракционную картину в экспериментальных условиях обычной учебной аудитории [2].

Рассматриваемая в работе установка позволяет реализовать необходимые экспериментальные условия для наблюдения дифракции электромагнитных волн и наглядно продемонстрировать одно из основных понятий волновой теории – зоны Френеля.

Теория метода зон Френеля

Метод зон Френеля – это геометрический метод, пригодный для решения задач дифракции на препятствиях, имеющих осевую симметрию. В данной установке препятствием является плоская непрозрачная поверхность, расположенная на расстоянии a и b от источника волны S и приемника P соответственно (рис. 1).

Для реализации метода зон Френеля волновой фронт волны, идущей от источника S , разбивается на малые участки – зоны с таким условием, чтобы расстояния от точки наблюдения до границы каждой последующей зоны отличались на половину

длины волны $\frac{\lambda}{2}$ (рис. 1): для первой зоны $b + \frac{\lambda}{2}$, второй $b + \frac{2\lambda}{2}$ и т.д. В данном случае зоны представляют собой концентрические кольца с центром в точке O . При таком способе выбора зон для каждой точки одной из зон найдется соответствующая ей точка

в соседней зоне, которая отстоит на $\frac{\lambda}{2}$ дальше от точки наблюдения (приемника) P , чем точка первой зоны. Следовательно, колебания, возбуждаемые в точке наблюдения двумя соседними зонами, противоположны по фазе, и разность хода волн для соседних зон равна половине длины волны. Поэтому амплитуда A результирующего колебания в точке наблюдения равна:

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 \dots \quad (1),$$

где A_1, A_2, A_3, A_4 и т.д. – амплитуды колебаний, возбуждаемых отдельно каждой зоной.

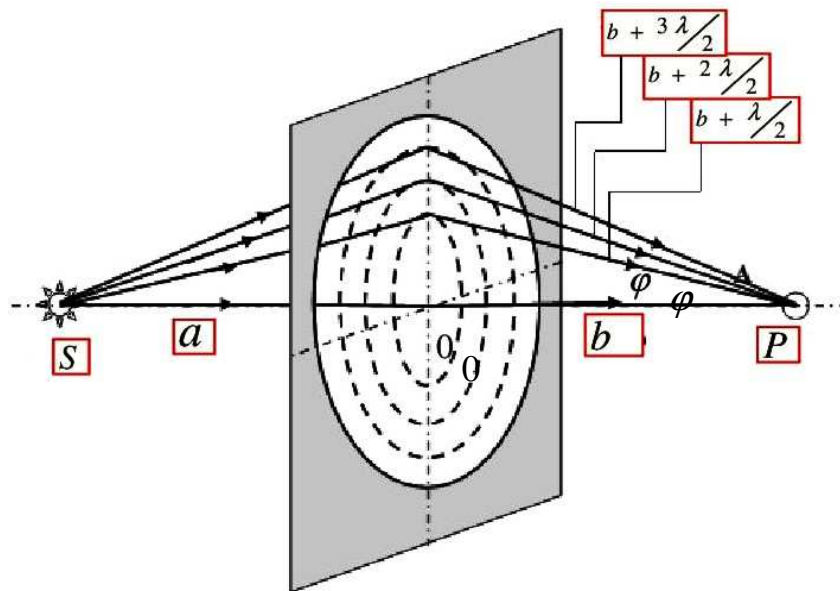


Рисунок 1 – Построение зон Френеля

Амплитуда A_i , излучаемая произвольной зоной, зависит от ее площади и угла φ , под которым эта зона видна из точки P . При малых числах зон Френеля (в установке их шесть) и расстояниях a и b , значительно превышающих длину волны излучения, их площади S практически одинаковы и определяются выражением [1, 2]:

$$S = \frac{\pi ab \lambda}{a + b} \quad (2),$$

а радиус внешней границы m -ой зоны равен [1, 2]:

$$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m \lambda}. \quad (3)$$

Таким образом, амплитуда колебаний в точке наблюдения P определяется числом зон, укладывающихся в отверстии препятствия. При четном числе зон наблюдается практически нулевая амплитуда колебаний, при нечетном – максимально возможная, равная приблизительно вкладу одной из не скомпенсированных зон.

Если в установке оставить только нечетные или четные зоны (кольца), то амплитуда A результирующего колебания в точке наблюдения увеличивается в n раз по сравнению с амплитудой колебаний A_1 , даваемых первой зоной, а интенсивность колебаний в точке наблюдения увеличивается в n^2 раз (n – число оставленных четных или нечетных колец). Из сказанного следует, что такая конструкция зон (чередование четных или нечетных колец) позволяет использовать ее как «собирающую линзу», фокусирующую энергию волны в точке P .

Обозначив расстояние от точки наблюдения P до центра зон O как F_1 (аналог обозначения главного фокусного расстояния линзы), получим связь между радиусом n -ой зоны (кольца) r_n и фокусным расстоянием линзы [1, 2]:

$$F_1 = r_n^2 \frac{1}{n \lambda} \quad (4)$$

Если точка наблюдения P смещается вдоль прямой SP по направлению к кольцам (рис. 1), то по мере продвижения наблюдается периодическое изменение амплитуды колебаний от наибольшего к наименьшему в условиях данного эксперимента, что можно интерпретировать как наличие последовательности фокальных точек в конструкции колец. Фокусные расстояния фокальных точек произвольного порядка связаны с главным фокусным расстоянием F_1 соотношением [1, 2]:

$$F_m = F_1 \frac{1}{m}, \quad m = 1, 3, 5... \quad (5)$$

Из формулы (5) видно, что каждой фокальной плоскости сопоставляется целое нечетное число m , которое можно считать как метку фокальной плоскости. Например, существуют фокальные точки первого, третьего, пятого и т.д. порядков, но не существует фокальных точек второго, четвертого и т.д. порядков. Определяя положение таких фокальных точек в эксперименте по показаниям вольтметра или осциллографа, измеряющих амплитуду результирующего колебания в точке P , можно определить длину волны СВЧ-излучения, используя формулы (4) и (5).

Установка для демонстрации метода зон Френеля

Фотография установки представлена на рисунке 2. В качестве излучателя S используется антенна, подключенная к генератору 3-х сантиметровых волн СВЧ-диапазона, приемником P служит антенна, подключенная к мультиметру или осциллографу. Излучатель и приемник располагались на линейке L , позволяющей изменять расстояние между ними до 2 метров. Центры излучателя, приемника и колец находились на одной высоте, это обеспечивало осевую симметрию установки. Кольца 1–6 (всего шесть), являющиеся зонами Френеля, изготовлены на специальном станке из пластин сплава алюминия толщиной 1,5 мм.

В экспериментальной установке приняты расстояния $a = 75$ см, $b = 70$ см. При таких выбранных расстояниях радиусы колец оказались равны: $r_1 = 10,4$ см; $r_2 = 14,7$ см; $r_3 = 18,0$ см; $r_4 = 20,8$ см; $r_5 = 23,3$ см; $r_6 = 25,5$ см. Площадь каждого кольца равна 341 см².

В эксперименте при удалении первого кольца, когда действует только первая зона, показания приемника соответствовали 140 мВ.

При удалении второго кольца, когда в отверстии препятствия укладывается две зоны, колебания которых различаются по фазе на π , показания приемника уменьша-

ются до 15 мВ, что соответствует практически минимальному значению регистрируемого сигнала в приемнике P .



Рисунок 2 – Установка для демонстрации зон Френеля

При удалении третьего кольца, когда действуют три зоны, показания приемника увеличиваются до 130 мВ. Меньшее значение принимаемого сигнала для трех зон, чем для одной первой, объясняется тем, что при увеличении числа открытых зон результирующая амплитуда в точке P складывается из амплитуд $A = A_1 - A_2 + A_3$, модули которых обратно пропорциональны квадрату расстояния от внешней границы зоны до приемника и, следовательно, удовлетворяют условию $|A_1| > |A_2| > |A_3|$.

При удалении четвертого кольца сигнал приемника уменьшился до 20 мВ, а при удалении пятого кольца показания приемной антенны увеличились до 115 мВ. Результаты измеренных амплитуд в приемнике P находятся в хорошем согласии с рассмотренной выше теорией метода зон Френеля.

Применение конструкции колец как «собирающей линзы» позволило достаточно точно определить положение фокусов первого, третьего и пятого порядков. Для первого порядка точное экспериментальное значение фокусного расстояния равно $F_1 = b = 69,4$ см, расстояние отсчитывается от плоскости колец до переднего края рупоров приемной антенны. Для третьего порядка получено значение $F_3 = 22,6$ см, для пятого $F_5 = 14,6$ см, что удовлетворительно соответствует теоретическому расчету по формуле (5).

Заключение

Представленные результаты показывают, что разработанная экспериментальная установка может быть использована как для демонстрации метода зон Френеля во время учебной лекции по физике, так и в лабораторной работе в качестве «собирающей линзы» для измерения длины волны в СВЧ-диапазоне.

Список литературы:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики : учеб. пособие : для вузов : в 5 т. – Т. IV. Оптика. – 3-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 792 с.
2. Комплекс лекционных опытов по демонстрации основных волновых эффектов с использованием электромагнитного излучения 3-х сантиметрового диапазона : электрон. учебно-метод. пособие / Н.Ф. Услугин, П.В. Казарин, Д.В. Богатов, А.Н. Сатинов. – Н. Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2012. – 50 с; Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ

ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Краснодар). – 2015. – С. 148–152; Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505; Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН



IMPROVING THE RELIABILITY OF ELECTRIC MACHINES

Попов А.Ю.

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

Конотоп В.И.

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

Фурсов А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
vezunchik@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются расчет основных показателей надежности асинхронных и синхронных электрических машин и способы их повышения.

Ключевые слова: надежность, интенсивность отказов, электрические машины, безотказная работа.

Popov A.Y.

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

Konotop V.I.

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

Fursov A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
vezunchik@mail.ru

Abstract. The article discusses the calculation of the main reliability indicators of asynchronous and synchronous electric machines and ways to improve them.

Keywords: reliability, failure rate, electric machines, trouble-free operation.

Современный уровень развития электротехнических устройств характеризуется значительным повышением его сложности. Для эффективного использования электрических машин немаловажным становится вопрос надежности работы. Увеличение срока службы и повышение надежности электрических машин является одной из важных задач технической эксплуатации.

Надежность – это свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять определенные задачи в определенных условиях эксплуатации. основной характеристикой надежности является вероятность безотказной работы, т.е. вероятность того, что в заданном интервале времени отказ изделия не возникает [1]. Отказ – это событие, заключающееся в нарушении работоспособности изделия. Отказы можно подразделить на внезапные и постепенные. Внезапные отказы такие как короткое замыкание, обрыв провода, заклинивание подшипников, которые приводят к полному нарушению работоспособности электрических машин. Постепенные отказы обусловлены изменением параметров элементов технических изделий в связи со старением и износом. Мерой надежности является интенсивность отказов, т.е. плотность распределения наработки изделия до отказа, определяемая при условии, что до рассматриваемого момента отказ не возник.

Кроме вышеназванных к основным понятиям теории надежности относятся следующие. Безотказность – свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность [1]. Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта. Работоспособность – состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Ремонтпригодность – свойства изделия, заключающиеся в приспособленности к выполнению его ремонтов и технического обслуживания. Нарботка – продолжительность или объем работы, выполняемый изделием. Ресурс – наработка изделия до наступления предельного состояния. Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации от определенного момента до предельного состояния. Средняя наработка до отказа – математическое ожидание наработки до первого отказа. Восстанавливаемое и невосстанавливаемое изделие –

изделие, работоспособность которого в случае возникновения отказа соответственно подлежит или не подлежит восстановлению и рассматриваемой ситуации [1].

Математическая трактовка, необходимая для количественной оценки показателей надежности, базируется на теории вероятности и математической статистике [2, 3]. Вероятность безотказной работы в течение заданного промежутка времени $P(t)$ является убывающей функцией и обладает следующими свойствами: $0 \leq P(t) \leq 1$; $P(0) = 1$; $P(\infty) = 0$.

Вероятность отказа изделия:

$$Q(t) = 1 - P(t). \quad (1)$$

Частота отказов:

$$a(t) = \frac{\Delta n}{n \Delta t}, \quad (2)$$

где Δn – число отказавших изделий в интервале времени Δt ; n – общее число изделий, подвергаемых испытанию.

Интенсивность отказов:

$$\lambda' = \frac{\Delta n}{n_{cp} \Delta t}, \quad (3)$$

где n_{cp} – среднее значение исправно работающих изделий в интервале Δt .

Среднее время безотказной работы (средняя наработка до первого отказа) есть математическое ожидание времени безотказной работы:

$$T_{cp} = \int_0^t P(t) dt. \quad (4)$$

Практика эксплуатации электротехнических изделий позволила выделить три основных периода их функционирования: период приработки, когда происходит отбраковка технологических конструктивных и производственных дефектов; период нормальной эксплуатации (с внезапными отказами); период старения, когда появляются отказы, вызванные износом элементов изделия. Кривая интенсивности отказов для указанных периодов работы технических устройств, к которым могут быть отнесены и электрические машины, представлена на рисунке 1.

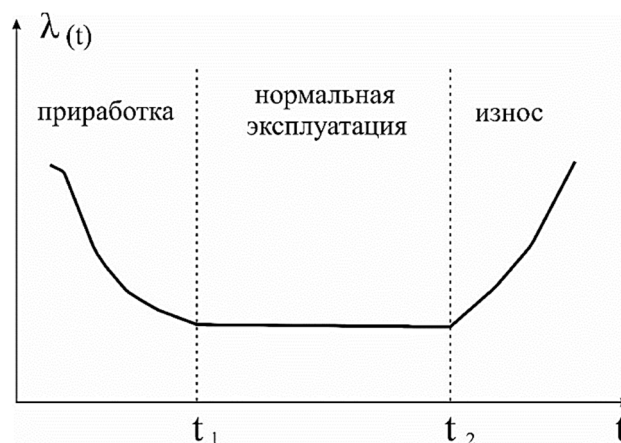


Рисунок 1 – Кривая интенсивности отказов

В начале периода приработки (от 0 до t_1) интенсивность отказов весьма значительна и затем постепенно спадает. В период нормальной эксплуатации (от t_1 до t_2) интенсивность отказов минимальна и в среднем приблизительно постоянна. Период нормальной эксплуатации соответствует работе машин как однократного, так и многократного использования; период износа относится только к ремонтируемым изделиям многократного использования. Отказы, имеющие место в период приработки, стремятся ликвидировать путем замены отдельных узлов. Например, перед выпуском с завода электрические машины предварительно производятся притирка щеток на коллекторе или на кольцах, наладка подшипниковых узлов и т.д.

Внезапные отказы электрических изделий (обычно в периоде нормальной эксплуатации) подчиняются экспоненциальному закону распределения, износные отказы – приблизительно нормальному закону, отказы в период приработки можно с определенной степенью достоверности отнести к распределению Вейбулла. Экспоненциальное распределение имеет место только при постоянстве интенсивности внезапных отказов. Нормальное распределение (двухпараметрическое) имеет место в том случае, когда на исследуемый объект воздействует целый ряд случайных факторов. В электрических машинах к нормальному закону близко распределение отказов щеточно-коллекторного узла [3].

Современные технические изделия представляют собой сложные объекты, состоящие из различных элементов и частей. Каждая из этих частей имеет различные значения вероятности безотказной работы. Для расчета вероятности безотказной работы всей системы в целом необходимо учитывать все основные входящие в нее элементы. Результирующее значение вероятности безотказной работы зависит от типа соединения элементов (с точки зрения надежности) – последовательного или параллельного [2]. При последовательном соединении из элементов вероятность безотказной работы всего изделия определяется следующим образом:

$$P(t) = P_1(t)P_2(t) \dots P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t), \quad (5)$$

где $P_i(t)$ – надежность n -го элемента.

Электрическую машину следует рассматривать как изделие из последовательно соединенных элементов (подшипников, обмоток, коллектора и т. д.). При этом отказ любого из них приводит к потере работоспособности машины.

Электрическая машина рассматривается как совокупность подобъектов, т.е. основных узлов, из которых она состоит. Аналитическим или экспериментальным путем определяется надежность каждого из выделенных основных узлов. После этого определяется надежность машины в целом.

Изоляция обмоток электрических машин в значительной мере определяет надежность обмотки. Разрушение изоляции происходит в результате влияния совокупности разнообразных факторов: вибрации, нагрева, влажности, запыления, агрессивности окружающей среды.

Наиболее строго пока решена задача старения изоляции, точнее – определения срока службы того или иного класса изоляции при определенной температуре окружающей среды. Для качественной оценки срока службы изоляции класса А пригодно экспериментально найденное «правило восьми градусов»: повышение температуры на каждые 8 °С выше допустимой сокращает срок службы изоляции вдвое.

Количество отказов подшипников для различных классов машин колеблется от 10 до 80 % общего числа отказов. Подшипниковые узлы электрических машин подвержены в основном абразивному износу из-за проникновения в подшипник щеточной пыли, мелких частиц, продуктов коррозии, что приводит к постепенному истиранию сепараторов и дорожек качения. Критериями работоспособности подшипников являются температура (обычно измеряется температура наружного кольца), время выбега, шум и спектр вибрационных частот. При ненормальной работе подшипника наблюдаются резкое повышение температуры, значительный шум, повышенное сопротивление при трогании и вращении, утечка смазки и, наконец, разрушение или закаливание [4].

В машинах постоянного тока кроме рассмотренных подшипникового узла и изоляции подлежит исследованию на надежность коллекторно-щеточный узел. Анализ статистических данных показывает, что процент отказов двигателей постоянного тока по причине неблагоприятной работы коллекторно-щеточного узла колеблется от 10 до 50 %, а у некоторых типов прокатных и тяговых двигателей – до 65 %.

Основными критериями работоспособности для коллектора являются уровень искрения, биение и температура, а для щеток – износ. На работоспособность коллекторно-щеточного узла влияет ряд электромагнитных, физико-химических и механических факторов. Сюда относятся условия коммутации (в значительной мере определяемые настройкой добавочных полюсов), марка щеток и материал коллектора, давление на щетку, частота вращения. Из химических факторов – состояние контактной пленки на поверхности коллектора (политуры), влажность и агрессивность окружающей среды.

Весьма существенны также уровень вибрации, окружающая температура, эксцентриситет и биение коллектора [4].

При относительной простоте конструкции надежность асинхронных двигателей все еще остается весьма низкой. Выход из строя двигателей в основном зависит от недостатков эксплуатации, низкого качества ремонта, от технологических дефектов и неправильного применения. Всего 10–12 % двигателей выходят из строя вследствие процессов старения и износа.

Как объект исследования на надежность асинхронные двигатели представляют собой совокупности двух узлов – подшипникового узла и обмотки. При этом согласно статистике на долю подшипников приходится до 8 %, на долю обмотки 85–95 % отказов.

Статоры асинхронных двигателей малой и средней мощности имеют в основном всыпную обмотку. При этом отказы распределены следующим образом: межвитковые замыкания 93 %, повреждения междуфазной изоляции 5 %, пазовой изоляции 2 %.

К основным причинам, приводящим к выходу из строя синхронных машин, следует отнести повреждение обмотки статора, ослабление запрессовки активной стали, механические повреждения ротора, а также обмотки ротора, неисправности подшипников и подпятников.

Таким образом, повышение надежности асинхронных двигателей развивать по пути новых конструктивных решений как всего двигателя, так и отдельных узлов, снижения температуры наиболее нагретых участков, применения изоляции более высокого класса нагревостойкости, капсулирования всыпных обмоток (посредством литой оболочки из терморезистивного компаунда), улучшения технологии и совершенствования методов контроля.

Повышение надежности синхронных машин может быть достигнуто путем использования новых активных, изоляционных и конструктивных материалов, разработки новых высоконадежных конструкций, улучшения технологии изготовления и контроля качества.

Соответственно повышение надежности работы асинхронных и синхронных электрических машин можно достичь двумя способами – их качественным проектированием и повышения качества контроля на протяжении всего периода их эксплуатации, т.е. прогнозирование технического состояния.

Список литературы:

1. Воробьев В.Г. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования : учебник / В.Г. Воробьев, В.Д. Константинов. – М. : МГТУ ГА, 2010. – 448 с.
2. Бочаров А.С. Особенности расчета показателей надежности электротехнического оборудования для автономных систем электроснабжения / А.С. Бочаров, А.Ю. Попов, А.А. Фурсов // Сборник статей VI Всероссийской НПК «Актуальные вопросы исследований в авионике: теория, обслуживание, разработки», ВУНЦ ВВС «ВВА». – Воронеж, 2019. – С. 89–91.
3. Математический аппарат для оценки эффективности систем гарантированного электроснабжения : монография / О.В. Григораш, Н.И. Богатырёв, Н.Н. Курзин, Д.А. Казаков. – Краснодар : Б/И, 2002. – 285 с.
4. Князев А.С. Современное состояние аварийных авиационных электрогенераторов / А.С. Князев, Я.М. Кашин, В.А. Бац // Сборник статей IV Всероссийской НПК «Актуальные вопросы исследований в авионике: теория, обслуживание, разработки», ВУНЦ ВВС «ВВА». – Воронеж, 2017. – С. 41–50.

**ШЕСТОЕ ПОКОЛЕНИЕ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ:
ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ**



**THE SIXTH GENERATION OF AVIATION COMPLEXES:
PROBLEMS AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT**

Руденко В.Г.

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

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления и перспективы развития бортовых авиационных комплексов шестого поколения, проведен сравнительный анализ комплексов пятого и шестого поколения.

Ключевые слова: бортовой авиационный комплекс, интеграция, модульность, сетцентричность, вычислительные системы.

Rudenko V.G.

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

Abstract. In the article discusses the main directions and prospects for the development of onboard aviation complexes of the sixth generation, a comparative analysis of the complexes of the fifth and sixth generation is carried out.

Keywords: onboard aviation complex, integration, modularity, network centrality, computing systems.

Характерной особенностью военных конфликтов современности становится широкое использование новых технологий и форм вооруженной борьбы с применением всех видов вооруженных сил, в том числе проведение космическо-воздушно-морских операций. Технической основой таких операций станут разведывательно-ударные боевые системы, функционирующие в едином информационном и координатном пространстве, построенные с использованием перспективных технологий роботизации, интеграции и интеллектуализации оборудования.

Для адекватного ответа на развитие подобных систем за рубежом аналогичные системы должны создаваться в Вооруженных Силах Российской Федерации. Причем элементы этих систем должны превосходить зарубежные образцы. В качестве таких элементов наряду с космическими аппаратами, надводными кораблями и подводными лодками традиционно рассматриваются авиационные носители с соответствующим бортовым оборудованием и вооружением [1].

В соответствии с методологией исследования авиационных комплексов (АК), этап концептуальных исследований, на котором формируются концепции АК и определяются основные концептуальные требования к ним, является основополагающим для формирования основных направлений развития АК, в том числе на дальнюю перспективу. С учетом долгосрочного прогноза, характеризующего этот этап, относительно больших сроков создания АК, опыта разработки комплекса 5-го поколения, необходимости выявления направлений развития перспективных технологий и элементной базы пришло время выполнения исследований по формированию концепции построения комплексов следующего, 6-го поколения. Актуальность подобных работ подтверждается наличием информации о проводимых исследованиях по созданию комплексов 6-го поколения в ВВС США и НАТО. Причем важно говорить об основных направлениях перспективных АК не только в целом, но и входящих в их состав элементов, в том числе комплексов бортового оборудования (КБО).

Необходимо отметить, что решение этой значимой задачи будет происходить в условиях жестких санкций в отношении России со стороны Запада, связанных с проведением специальной военной операции на Украине. Остро встают вопросы импортозамещения и финансирования. Однако эти события подчеркивают важность и необходимость развития современных и перспективных типов вооружения, к которым и относятся АК 6-го поколения.

Итак, исходными данными на концептуальном этапе являются оперативно-тактические потребности вида (рода) авиации, научно-технические возможности, прогнозируемые ресурсы, различные ограничения. Специфика боевых задач и условий их решения обуславливает особые требования к АК, и, следовательно, к входящему в их состав КБО. Необходимо отметить, что именно возможности КБО по анализу информации (сигналов) и организации управления комплексом целиком определяют уровень интеллекта АК, его способность эффективно функционировать в сложной, постоянно меняющейся обстановке на театре военных действий. Традиционными задачами КБО являются обнаружение воздушных и наземных целей, пилотажно-навигационное обеспечение, связь и оборона. Специфика решения задач, несомненно накладывает отпечаток на концепцию построения КБО и, прежде всего, определяет перечень информационных датчиков, алгоритмов обработки информации и другое, но основополагающими в принципах построения комплекса являются общие мировые тенденции развития бортового радиоэлектронного оборудования. Безусловно, важным представляется учет особенностей самих АК 6-го поколения.

В настоящее время эта задача обладает большой долей неопределенности. Например, сложно определить, каким будет истребитель 6-го поколения – пилотируемым или беспилотным, будет ли он вообще истребителем или многоцелевым самолетом. Вместе с тем заявлено, что АК 6-го поколения будет по-прежнему основан на показателях малозаметности, скорости, эффективности работы аппаратуры, достигнутых в истребителях 5-го поколения. Сюда также можно отнести такие характеристики, как маневренность, высокая боевая живучесть, скрытность и помехозащищенность, возможность эффективной работы перспективного АК в едином информационном пространстве в составе группы разнородных сил [1].

Если определять основные принципы создания КБО перспективного АК, то их можно разделить на технические и организационные. В свою очередь, технические принципы подразумевают интеграцию, унификацию, базовость, модульность, сетецентричность. Организационные принципы основаны на самостоятельности, последовательности, проработанности, ответственности и автоматизации проектирования. Данные принципы находят свою реализацию в КБО 5-го поколения, но в усеченном виде. Например, в части интеграции оборудования основную роль играет функциональная интеграция, используется федеративно-централизованная архитектура вычислительной системы. Аппаратурная интеграция применяется только в пределах отдельных интегрированных систем различного назначения, а именно: в многофункциональной интегрированной радиоэлектронной системе, оптико-электронной интегрированной системе, интегрированной системе навигации, посадки, связи и опознавания, интегрированной информационно-управляющей системе. Унификация, базовость, модульность, сетецентричность также реализуются в ограниченном виде [2].

Рассмотрим особенности реализации перечисленных принципов применительно к КБО пилотируемого варианта АК 6-го поколения. Основная особенность состоит в расширении и глубине охвата элементов, входящих в состав КБО и АК в целом при их реализации. Так, интеграции будут, по-видимому, подвергаться все элементы КБО, и не только элементы КБО, но и летательный аппарат, в частности, его фюзеляж и крыло. В процесс интеграции будет вовлечен и человек – летчик или оператор. Он станет «контролером» работы высокоинтеллектуального оборудования. Системы КБО для близких по назначению АК будут максимально унифицированы, а по сути, будут представлять собой унифицированное модульное оборудование, отличающееся только своими возможностями. Сетецентричность распространится на беспилотные летательные аппараты, наземные, корабельные и космические пункты «добывания» информации и управления. Таким образом, АК станет полноправным элементом распределенной информационно-ударной системы. В результате реализации перечисленных принципов бортовое оборудование 6-го поколения будут отличать [3]:

- глубокая аппаратурная интеграция элементов КБО и летательного аппарата (ЛА), включающая, в том числе, реализацию информационной апертуры (ИА) (разумной обшивки);
- централизованная архитектура интегрированной информационно-управляющей системы с динамическим перераспределением вычислительных ресурсов;

- высокоинтеллектуальная эргатическая кабина с широким применением экспертных систем;
- высокопроизводительная помехозащищенная сетевая система связи с использованием интернет-технологий;
- унифицированная «базовая» часть с модулями, учитывающими решаемые комплексом задачи.

Конкретизируем эти особенности. Ввиду наличия разнообразных объектов действия и решаемых задач, в состав КБО должны будут входить приемные и передающие элементы различной физической природы: радиотехнические, оптические, магнитометрические и др. Таким образом, ИА в общем виде будет представлять собой обшивку фюзеляжа и крыло АК, в которые встроены следующие элементы:

- широкополосные приемные и излучающие элементы (антенны) радиотехнических систем (радиолокации, радиотехнической разведки, радиоэлектронного подавления, связи, навигации, государственного опознавания);
- многоспектральные приемные и излучающие элементы оптико-электронных систем разведки, прицеливания и подавления;
- приемные элементы магнито-метрической системы.

Кроме того, возможно появление и интеграция в обшивку датчиков новой физической природы [5].

В состав всех перечисленных элементов будут входить также устройства оцифровки и первичной обработки принимаемых сигналов. Возможно, первичная обработка будет осуществляться в центральном вычислителе. Это потребует существенного увеличения производительности последнего, значительного увеличения пропускной способности линий связи между элементами, зато увеличит гибкость (управляемость) процессов вычислений.

Задача разработчика будет состоять в рациональном размещении всех элементов, достижении при этом максимальной площади антенных систем в условиях ограниченной поверхности фюзеляжа и крыла, их кривизны, наличия возможных затемнений, затрудняющих обеспечение необходимой зоны обзора, искажающих форму диаграммы направленности. Важнейшей задачей станет обеспечение электромагнитной совместимости элементов.

Что касается антенн радиотехнических систем, то применительно к ним аппаратная интеграция особо актуальна. Без ее реализации на основе разработки единых активных и пассивных фазированных антенных решеток, работающих в разных диапазонах частот, невозможно достичь максимизации площади антенных систем [6].

На уровне КБО 5-го поколения считалось возможным создание нескольких (как правило, двух) групп интегрированных антенн: антенны радиолокации, радиотехнической разведки и радиоэлектронного подавления – первая группа, и антенн связи, навигации и госопознавания – вторая группа. В КБО 6-го поколения речь, по-видимому, будет идти о полной интеграции антенн. Причем, если в настоящее время используются, как правило, плоские антенны, то в перспективе антенные системы будут повторять изгибы фюзеляжа и крыла. Создание подобных антенн требует решения важнейших задач фазирования элементов, их электропитания и охлаждения, обеспечения их сверхширокополосности.

Построение высокоинтеллектуальной эргатической кабины, включающей такие элементы интегрированной информационно-управляющей системой (ИИУС), как универсальные пульты (УП) и универсальные рабочие места (УРМ), направлено на обеспечение общей ситуационной осведомленности летчика как при автономной работе, так и в составе единой многоуровневой системы (спутники, специальные самолеты и вертолеты наблюдения, боевые самолеты, беспилотные ЛА, самолеты управления боевыми операциями и др.), в пределах которой происходит непрерывный информационный обмен. При этом основная функция экипажа, как уже отмечалось – выполнение контроля за работой системы и вмешательство в ее функционирование только в случаях крайней необходимости, обусловленных неисправностью системы, предельно сложной ситуацией, необходимостью резкой смены поставленной задачи. Средства отображения информации и управления, размещенные в кабине, должны позволять быстро и безошибочно контролировать ситуацию, обеспечивать речевое управление КБО и АК в целом [7].

Самообучающаяся экспертная система станет не только системой поддержки принятия решений летчиком, как это было в КБО 5-го поколения, но и системой самостоятельного принятия решений, которые будут контролироваться и при необходимости корректироваться летчиком. Перед полетом в экспертную систему должны быть введены априорные исходные данные по характеристикам района и условиям решения задачи, формулировка самой задачи, требования к ее решению. С использованием поступающей от датчиков информации о развитии ситуации на основе вычислений с применением методологического аппарата экспертная система принимает решение о тех или иных действиях, обеспечивающих максимальную эффективность на прогнозируемый период времени [8].

Сетецентрическая система, в которую будет включен АК 6-го поколения, будет отличаться разнообразием пилотируемых и беспилотных элементов, их большим количеством, широтой охвата пространства и большим перечнем решаемых задач, многозшелонированностью, адаптированностью (перераспределением решаемых элементами задач), наличием нескольких центров управления и гибкостью централизации управления (возможностью смены центров управления). Таким образом, АК 6-го поколения должен обладать возможностями не только пункта добывания информации, но и пункта управления, а значит, должен иметь соответствующее оборудование, обладающее требуемыми вычислительными ресурсами, пропускной способностью, помехозащищенностью, должен иметь соответствующее программное обеспечение.

В заключении необходимо отметить, что уже назрела необходимость определения концепции построения АК 6-го поколения. Принципы создания АК 5-го поколения справедливы и при создании КБО 6-го поколения. Основная особенность будет состоять в расширении и глубине охвата элементов, входящих в состав КБО и АК в целом при их реализации. В результате КБО 6-го поколения будет строиться на основе [9]:

- интегрированных в обшивку самолета информационных средств, разделяющихся по физическим полям (радио, оптика, магнитометрия);
- применение в ИИУС вычислителя централизованной архитектуры, обрабатывающей всю поступающую информацию и вырабатывающей команды управления АК в целом, соответствующим оборудованием и вооружением;
- применение высокоинтеллектуальной унифицированной эргатической кабины и экспертной системы, самостоятельно принимающей решения и позволяющей сместить функции летчика (оператора) в сторону контроля ее функционирования;
- применения средств и систем, позволяющих обеспечить адаптивность решаемых задач и возможностей при нахождении АК в составе многоуровневой сетецентрической системы.

Список литературы:

1. Военно-техническое сотрудничество. – 2014. – № 35(935).
2. Мочалов С.А. Принципы создания комплексов бортового оборудования перспективных летательных аппаратов. – Успехи современной радиоэлектроники. – 2017. – № 6.
3. Гуськов Ю. БРЭО самолетов 6-го поколения / Ю. Гуськов, А. Матюшин. – Фазотрон, 2012.
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. 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.

УДК 629

**ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА
С АВТОКОМПЕНСАЦИЕЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ АВТОНОМНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ**



**INERTIAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEM WITH AUTOMATIC
COMPENSATION OF ERRORS OF AUTONOMOUS DETERMINATION
OF AEROSPACE AND NAVIGATION PARAMETERS**

Слесаренок С.В.

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

Захарин А.В.

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

Бордиян Р.Н.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
Sergei.Slesarenok@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы повышения точности автономного определения пилотажно-навигационных параметров бесплатформенной курсовертикали учебного самолета.

Ключевые слова: инерциальная навигационная система.

Slesarenok S.V.

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

Zakharin A.V.

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

Bordyan R.N.

Krasnodar Higher Military Flight School
Sergei.Slesarenok@yandex.ru

Abstract. The article addresses the issues of improving the accuracy of autonomous determination of aerobatic and navigation parameters of a free-form training aircraft.

Keywords: inertial navigation system.

Определение параметров ориентации и пилотирования являются одними из основных задач, решаемых на борту воздушного судна. Для уверенного позиционирования объекта в околоземном пространстве необходимо устанавливать на его борту навигационную систему с двумя каналами определения координат.

В первом канале используются сигналы от радионавигационных систем. Во втором – от инерциальных навигационных систем. При этом ситуация в которой точность первой системы многократно превосходит вторую может привести к негативным последствиям. Например, инерциально-спутниковая навигационная система самолета Л-410 УВП обладает достаточно высокими техническими характеристиками. Погрешность получения пилотажно-навигационных параметров (2σ):

- истинного курса: не более 2° за первый час полета (при наличии достоверных данных СНС);

- угловых скоростей и перегрузок по трем осям: 3 % от измеренного значения;

- углов крена и тангажа: $\pm 0,5^\circ$.

Информационным ядром автономного канала ИСС является бесплатформенная курсовертикаль (БКВ). Она выполняет следующие функции:

- формирование информации о пространственном положении и выдаче ее на ПНС по интерфейсу RS232;

- формирование параметров углового положения объекта в пространстве:

- углов крена;

- углов тангажа;

- истинного курса объекта (при наличии данных СНС от ПНС);

- составляющих линейного ускорения объекта;

- составляющих угловой скорости объекта.

Однако, данные характеристики обеспечиваются только при наличии устойчивого сигнала от спутниковой навигационной системы. В случае его отсутствия уход угла курса (СКО) составляет $90^\circ/\text{час}$. Такие параметры инерциально-спутниковой системы

(ИСС) не могут обеспечить управляемый полет в сложных метеоусловиях. Поэтому необходимо рассмотреть возможность повышения точностных характеристик БКВ.

Одним из методов повышения точности БКВ может служить автокомпенсация инструментальных погрешностей инерциальных измерителей, в качестве которых выступают микро-механические гироскопы (ММГ) и микро-механические акселерометры (ММА) [1].

Суть метода состоит в программном вращении блока чувствительных элементов (БЧЭ) относительно одной из осей чувствительности, с целью преобразования монотонно возрастающих ошибок инерциальных датчиков в периодические, с ограниченной амплитудой. Программа вращения может быть с равномерным законом управления или с периодическим. Сложностью в реализации данного метода является поиск оптимальных параметров вращения БЧЭ. Достоинством данного метода является отсутствие необходимости вносить существенные конструктивные изменения в блок БЧЭ.

Для реализации метода автокомпенсации необходимо в существующую БКВ внести конструктивные изменения, которые заключаются в использовании механизма вращения для блока чувствительных элементов, в котором ортогонально закреплены акселерометры и гироскопы. Учитывая, что компенсируются ошибки инерциальных датчиков ось вращения которых не совпадает с осью вращения БЧЭ, достаточно будет вращать два БЧЭ (блока БКВ) из трех устанавливаемых на самолет Л-410 УВП. При этом вращение обоих БЧЭ необходимо осуществлять во взаимно ортогональных плоскостях.

Периодичность закона управления БЧЭ $\chi(t)$ достигается двумя способами.

В первом способе периодичность достигается за счет математического ограничения угла поворота БЧЭ и определения его в пределах от 0 до 360, т.е. $\alpha + n \cdot 360 = \alpha$, $n = 1, 2 \dots$

В этом случае закон управления БЧЭ запишется в виде:

$$\chi(t) = k_0, \quad (1)$$

где $k_0 = \omega_g$ – угловая частота вращения БЧЭ.

Во втором за счет изменения (реверса) направления пространственного вращения БЧЭ. Технически данный способ реализуется с использованием выражения:

$$\chi(t) = \sum_{k=1}^n k \sin(k\omega t). \quad (2)$$

На выходные ошибки ИНС с автокомпенсацией существенное влияние оказывает величина угловой скорости вращения БЧЭ. На рисунке 1 приведены ошибки ИНС по широте при различных значениях угловой скорости.

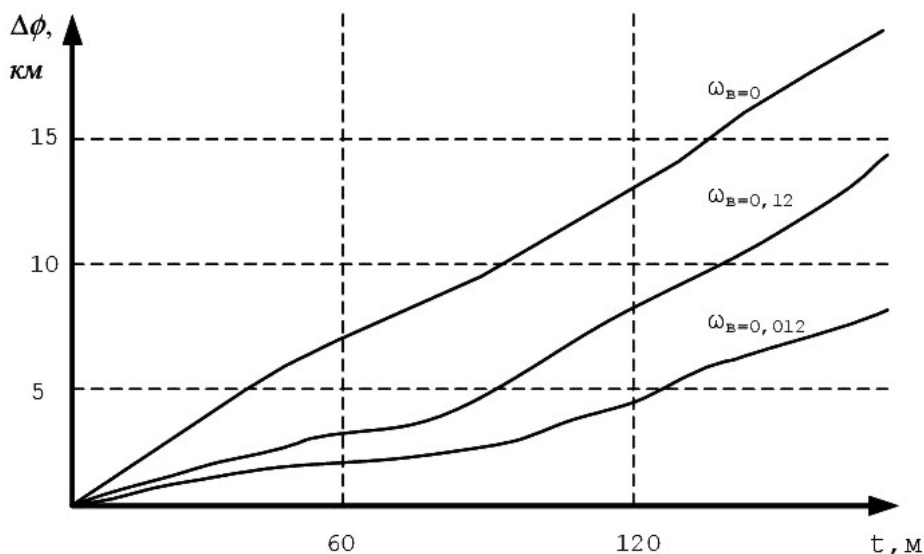


Рисунок 1 – Ошибки определения широты при разных значениях угловой скорости вращения БЧЭ

Как видно из приведенных графиков существует некоторая скорость вращения БЧЭ при которой ошибка по широте минимальна. Для поиска оптимальной, в смысле минимума дисперсий ошибки ИНС по координате, угловой скорости вращения БЧЭ необходимо решить дисперсионное уравнение (3):

$$\dot{P} = FP + PF^T + GG^T, \quad (3)$$

где P – ковариационная матрица ошибок ИНС; F – матрица состояния ошибок ИНС; G – матрица возмущений ошибок ИНС.

При $\omega = const$, $\omega_e \gg 10\sqrt{g/R}$, дисперсия ошибки по широте равна:

$$D_{\Delta\phi}(t) = \left(\frac{D_{\Delta a}}{T_{\Delta a} \times R \times g} t + \frac{3D_{\Delta\omega}}{T_{\Delta\omega}} t \right) \frac{1}{\omega_e^2} + \dots + (3D_{\Theta}T_{\Theta}t + 0,25D_{k\omega}u^2t^4)\omega_e, \quad (4)$$

где $D_{\Delta a}, D_{\Delta\omega}, D_{\Theta}$ – дисперсии флуктуационных составляющих ошибок соответственно: акселерометров, гироскопов, перекосов осей чувствительности гироскопов; $T_{\Delta a}, T_{\Delta\omega}, T_{\Theta}$ – время корреляции ошибок соответственно: акселерометров, гироскопов, перекосов осей чувствительности гироскопов; $D_{k\omega}$ – систематическая составляющая ошибки масштабного коэффициента азимутального гироскопа; ω_e – скорость вращения БЧЭ; u – угловая скорость вращения Земли.

Тогда величина оптимальной угловой скорости вращения БЧЭ имеет вид:

$$\omega_e = \sqrt[4]{\frac{D_{\Delta a} / (T_{\Delta a} R g) + 3D_{\Delta\omega} / T_{\Delta\omega}}{3D_{\Theta}T_{\Theta} + 0,25D_{k\omega}u^2t^3}}, \quad (5)$$

Полученное соотношение не сложно и может быть рекомендовано при выборе параметров закона вращения при создании высокоточных ИНС.

Основными параметрами влияющими на точность измерений БКВ являются случайный дрейф ММГ и ошибки масштабных коэффициентов как гироскопов, так и акселерометров.

В работах [1, 2, 3] представлены методики расчета и оптимальные параметры различных законов управления БЧЭ для управляемой инерциальной навигационной системы (УИНС).

На рисунке 2 представлены числовые значения показателя точности Y для различных значений СКО дрейфа σ_{ω} и ошибки масштабных коэффициентов гироскопов $\sigma_{k\omega}$ для УИНС по сравнению с бесплатформенной инерциальной навигационной системой.

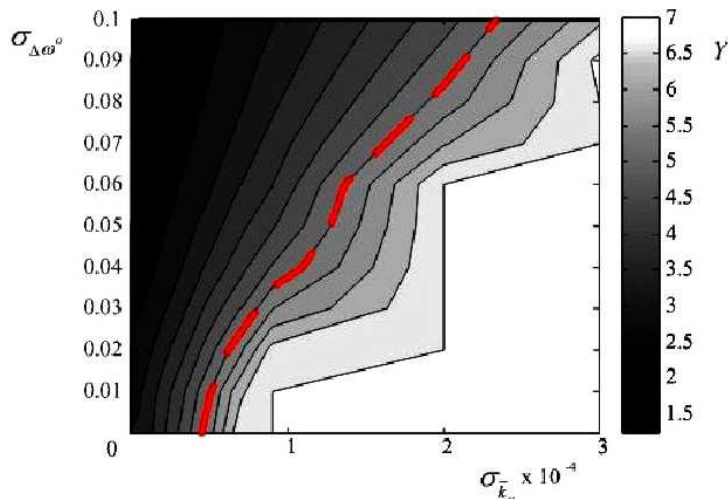


Рисунок 2 – Область оптимального применения равномерной программы вращения БЧЭ

Анализируя представленные на рисунке значения показателя точности Y и исходя из условия:

$$\begin{cases} Y < 7, & \text{повышение точности достигается;} \\ Y = 7, & \text{точностные характеристики УИНС и ИНС одинаковы;} \\ Y > 7, & \text{точностные характеристики УИНС хуже чем у ИНС без вращения БЧЭ.} \end{cases}$$

Можно сделать вывод о применимости метода автокомпенсации в пределах указанных диапазонов СКО дрейфа и СКО ошибки масштабного коэффициента гироскопов.

Иными словами, метод автокомпенсации будет эффективен для гироскопов с дрейфом от 0,010 /час и выше, а для ошибки масштабного коэффициента до $0,8 \times 10^{-4}$ [3].

СКО существующих на сегодня ММГ составляет 0,2–0,3 °/час, СКО масштабного коэффициента акселерометров, в зависимости от размера ММА, находятся в пределах от 10^{-5} до 10^{-3} . Расчетные характеристики дрейфа гироскопов находятся в верхней, левой части графика, представленного на рисунке 1, что в свою очередь свидетельствует о максимальной степени эффективности метода автокомпенсации. Исходя из расчета, что СКО масштабных коэффициентов не будут превышать 5×10^{-5} , точность автономного счисления координат, по расчетным данным, может быть повышена в 7 раз, а ошибка определения курса в 3–4 раза. При этом, указанный с данной статье метод повышения точности, не исключает возможности комплексирования БКВ со спутниковой навигационной системой.

Список литературы:

1. Автокомпенсация погрешностей навигационных датчиков бесплатформенной инерциальной навигационной системы / С.В. Слесаренок, И.П. Шепеть, В.И. Рубинов, Ю.П. Титов // Труды МАИ. – 2016. – № 86. – С. 9.
2. О применении равномерного закона управления блоком чувствительных элементов для инерциальной навигационной системы с автокомпенсацией погрешностей / С.В. Слесаренок, И.П. Шепеть, А.В. Захарин, В.И. Рубинов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 35–37.
3. Слесаренок С.В. Автокомпенсация инструментальных погрешностей инерциальных навигационных систем / С.В. Слесаренок, Д.В. Бондаренко, А.В. Захарин // Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях. Сборник статей. ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Технологический институт сервиса (филиал). – 2016. – С. 149–153.

УДК 629.7

**ПРИМЕНЕНИЕ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ
В СОВРЕМЕННОЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ**



**THE USE OF GYROSCOPIC DEVICES AND SYSTEMS
IN MODERN MILITARY EQUIPMENT**

Захарин А.В.

кандидат технических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
siralex13@yandex.ru

Мороз Д.Е.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье приводятся обзорные сведения по основным видам гироскопических приборов и систем, используемых в настоящее время в современной военной технике.

Ключевые слова: гироскопические приборы, гироскопическая стабилизация, инерциальная навигационная система.

Zakharin A.V.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
siralex13@yandex.ru

Moroz D.E.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article provides overview information on the main types of gyroscopic devices and systems. currently used in modern military equipment.

Keywords: gyroscopic instruments, gyroscopic stabilization, inertial navigation system.

В настоящее время сложно представить себе современную военную технику без использования различных гироскопических приборов и систем. Широкое применение гироскопических устройств и систем в составе бортового оборудования обусловлено основными свойствами, присущими гироскопам.

Одними из первых приборов в авиации, использующих гироскоп, стали гироскопические прицелы (рис. 1). Это не увеличительный рефлекторный прицел, в котором автоматически рассчитываются наведение цели (величина прицеливания перед движущейся целью). Первые образцы были разработаны в Великобритании незадолго до Второй мировой войны для использования во время воздушных боев, а более совершенные модели были распространены на самолетах союзников по антигитлеровской коалиции к концу войны.

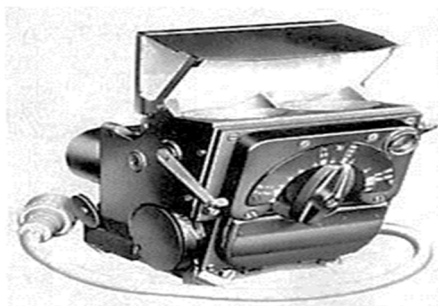


Рисунок 1 – Гироскопический прицел Ferranti Mk IIc

Его дальнейшим развитием стал прицел Нордена – оптический синхронный гиросtabilизированный бомбовый прицел, который был разработан инженером Карлом Норденом. Первый прототип был готов в 1923 году, а массовое производство прицелов началось в 1927 году. Данное устройство значительно превосходило все довоенные авиационные прицелы и теоретически позволяло при скорости самолёта свыше 500 км/ч с высоты 6 км попадать в тридцатиметровый круг. В СССР производился аналог данного прицела под индексом ОПБ-4С и устанавливался на самолёт Ту-4.

Следующими устройствами, в которых нашли свое применение гироскопы, стали датчики угловых скоростей, предназначенные для измерения угловой скорости относительно строительных осей подвижного объекта и выдачи сигналов, пропорциональных этим угловым скоростям. ДУС применяются в автоматах демпфирования, автопилотах, системах автоматического управления полетом, комплексных системах управления, а так же в системах управления оружием.

Говоря о гироскопах на борту воздушных судов, нельзя не сказать о приборах, позволяющих определить углы пространственного положения. Такими приборами стали дистанционные авиагоризонты типа АГД, электрические указатели поворота типа ЭУП и гирополукомпасы. Данные приборы позволяют определять крен, курс и тангаж, а также направление разворота воздушного судна при выполнении пилотажа, используя при этом механические гироскопы в качестве чувствительных элементов.

Дальнейшая эволюция гироскопических приборов привела к созданию гироскопических систем, таких как курсовые и инерциальные навигационные системы. Эти системы позволили более точно определять пространственное положение воздушного судна, а появление инерциальных навигационных систем, кроме того, дало возможность вычислять координаты местоположения самолета [1, 2] в режиме реального времени автономно без использования дополнительной информации от наземных систем и пунктов управления.

На современном этапе развития бортовой авионики механические гироскопы все чаще заменяются оптическими. Функционирование оптических гироскопов основывается на эффекте Саньяка, названном по имени французского физика С. Саньяка, построившего в 1913 г. оптический интерферометр для измерения угловой скорости движения подвижных объектов.

Современные кольцевые лазерные гироскопы особенно подходят для построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС), которые в настоящее время являются основным типом систем данного класса, применяемых в авиации [3].

Ещё одной областью применения гироскопических устройств стали стабилизаторы, в которых для пространственной стабилизации объекта непосредственно используются свойства трёхстепенного гироскопа.

На международном военно-техническом форуме «Армия-2019» НПП «Авиационная и морская электроника» представило гиросtabilизированную оптико-электронную систему ГОЭС-4.



Рисунок 2 – Гиросtabilизированная оптико-электронная система ГОЭС-4

Система оснащена двухволновым лазерным дальномером-подсветчиком российского производства. Оптико-электронная система включает в себя тепловизионный блок с охлаждаемой матрицей, телевизионный блок и лазерный дальномер-подсветчик отечественной разработки. Система включает в себя четырехосную гиросtabilизацию с точностью 10 угловых секунд. Потребность в таких показателях продиктована необходимостью устойчивой подсветки целей для военной авиации и управляемого вооружения [4]. Обнаружить цель типа «танк» система способна на дальности до 18 км, а уверенно распознать на 8 км.

Широкое распространение гироскопические приборы и системы нашли не только в авиации, но и во флоте. Одним из таких приборов стал гироскопический стабили-

затор. Гироскопические стабилизаторы устроены по принципу гироскопа-самовыравнивающейся системы, которая всегда работает во время движения судна. При возникновении качки ось гироскопа поворачивается, и создается стабилизирующий момент. На сегодняшний день это одно из самых эффективных и надежных стабилизирующих устройств для яхт и катеров, позволяющее подавить качку на 95 %. Они устанавливаются на судна любых размеров, от 10 м и больше.

Помимо этого довольно широкое применение нашли и так называемые «авторулевые». «Авторулевой» служит для поддержания заданного курса корабля. Он может производить повороты и изменения курса корабля на заданную ему величину. Как только от датчика авторулевого поступает сигнал, рулевой привод переключает руль на заданный угол в сторону, которая противоположна уходу корабля с курса. Как только начинает возвращаться на прежний курс, авторулевой отводит руль, а потом, удерживая его, переключает руль в сторону, противоположную прежней стороне. Автоматический режим – основной режим работы авторулевого.

Так же востребованными на флоте стали инерциальные навигационные системы, которые в первую очередь потребовались подводникам-атомщикам. Сначала экипажи атомарин определяли свое положение в Мировом океане с помощью системы астронавигации. Но для этого приходилось всплывать на перископную глубину, что вело к потери скрытности автономного плавания. Поэтому специально для подводников разработали инерциальные навигационные системы платформенного типа на базе электромеханических гироскопов и акселерометров в кардановом подвесе, позволяющие осуществлять морскую навигацию на любых глубинах.

Также как и в авиации, гироскопические приборы используются для стабилизации в пространстве различных приборов и устройств, таких как, например, дистанционно управляемый боевой модуль «УПРАВА-КОРД». Платформа для установки пулеметов полностью гиростабилизирована по двум осям, что позволяет точно наводить на цель оружие при движении судна независимо от качки. Информационное обеспечение стрельбы может осуществляться как оптико-электронными каналами, конструктивно связанными с платформой, так и отдельной гиростабилизированной оптико-электронной системой. Модуль оснащается системой автосопровождения, собственной системой расчета баллистики, которая способствует улучшению точности и кучности стрельбы. В настоящее время БДМ «Управа-Корд» используется в составе вооружения отечественных патрульных катеров проекта 03160 «Раптор» (рис. 3).



Рисунок 3 – Дистанционно управляемый боевой модуль «УПРАВА-КОРД», установленный на патрульном катере

В сухопутных частях гироскопические системы были в первую очередь использованы в стабилизаторах танкового вооружения, которые начали устанавливаться на отечественных танках в 50-х годах 20 века. Вне зависимости от колебаний корпуса танка, возникающих при движении по пересеченной местности, стабилизатор вооружения позволяет сохранять неизменным положение пушки в пространстве, а также осуществлять наведение вооружения на цель. Применение стабилизатора вооружения позволяет вести прицельную стрельбу при движении танка с высокой вероятностью поражения цели.

На форуме «Армия-2020» впервые были представлены снаряды для реактивной системы залпового огня «Торнадо-С». 300-мм управляемый реактивный снаряд соче-

тает в себе огневую мощь и высокую точность поражения. Каждому из снарядов можно задать индивидуальные параметры не только по дальности полета, но и по траектории для разведения их по различным целям. Точность стрельбы снарядов «Торнадо-С» в 15–20 раз выше, чем у снарядов реактивной системы залпового огня (РСЗО) предыдущего поколения «Смерч». Индивидуальное полётное задание для каждого снаряда закладывается в блок управления, созданного на основе БИНС [5, 6].

Одной из наиболее сложных гироскопических систем стала инерциальная навигационная система, устанавливаемая на баллистических межконтинентальных ракетах. В качестве примера такой системы можно привести AIRS – усовершенствованную инерционную референсную сферу. Это самый сложный и точный гироскоп-навигатор в мире. Сфера не крепится на подвеске, а плавает во фторуглеродной жидкости внутри внешней оболочки. Гироскопы и акселерометры расположены внутри сферы, как и три гидравлических упорных клапана и турбонасос, используемые для поддержания стабильной ориентации сферы. И все для того, чтобы многократно повысить точность ракетного удара.

Таким образом становится ясно, что различные гироскопические приборы и системы получили в настоящее время широкое распространение в составе военной техники. При этом стоит отметить, что сегодня наиболее востребованными и перспективными являются системы, использующие лазерные гироскопы. Современные БИНС на лазерных гироскопах и кварцевых акселерометрах – одно из самых сложных и высокотехнологичных изделий авиакосмической промышленности, ставшие при этом незаменимым автономным средством навигации. Большой круг потребителей в армии, авиации и на флоте ценят их за автономность, помехоустойчивость, непрерывное и глобальное функционирование в любое время дня и ночи, зимой и летом, в воздухе, на земле и под водой. Без них не решают задачи навигации, управления полетом, прицеливания, подготовки и наведения ракет, а также обеспечения работоспособности инфракрасных, радиолокационных и оптикоэлектронных бортовых систем.

Список литературы:

1. Использование фильтра Калмана для оптимизации комплексных навигационных систем / А.Н. Хабаров, Д.В. Бондаренко, А.В. Захарин, С.В. Ипполитов; Под общей ред. В.Е. Жидкова // Статья в сборнике «Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях». Международная научно-практическая конференция. Сборник статей в 2-ч. – 2014. – С. 183–187.
2. Способ компенсации инструментальных погрешностей бесплатформенных инерциальных навигационных систем и устройство для его осуществления / И.П. Шепеть, В.В. Онуфриенко, М.Н. Иванов, Д.В. Бондаренко, А.В. Захарин, С.В. Слесаренок, И.М. Иванов, С.В. Кучевский, В.Ф. Коваленко, К.В. Кучевский // Патент на изобретение RU 2362977 C1, 27.07.2009. Заявка № 2008121099/28 от 26.05.2008.
3. Способ повышения точности счисления координат / И.П. Шепеть, К.А. Протасов, Т.В. Чернавина, А.В. Захарин, Е.М. Сербин // НаукаПарк. – 2015. – № 11(41). – С. 18–23.
4. Автокомпенсация погрешностей чувствительных элементов в инерциальных системах навигации и управления / И.П. Шепеть, Т.В. Чернавина, А.В. Захарин, Д.Б. Литвин, Е.М. Сербин // НаукаПарк. – 2015. – № 10(40). – С. 54–59.
5. Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы : учеб. пособие / Я.М. Кашин, А.Б. Варенов, Г.А. Кириллов, А.В. Ракло, А.В. Захарин. – Краснодар, 2017. – Ч. 4: Навигационное оборудование воздушных судов.
6. Способ компенсации инструментальных погрешностей бесплатформенных инерциальных навигационных систем и устройство для его осуществления / И.П. Шепеть, В.В. Онуфриенко, М.Н. Иванов, Д.В. Бондаренко, А.В. Захарин, С.В. Слесаренок, И.М. Иванов, С.В. Кучевский, В.Ф. Коваленко, К.В. Кучевский // Патент на изобретение RU 2362977 C1, 27.07.2009. Заявка № 2008121099/28 от 26.05.2008.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВОЕННОЙ МЕТРОЛОГИИ



CURRENT ISSUES OF MILITARY METROLOGY

Куликова Т.А.

кандидат химических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
takulikova@list.ru

Куликов М.В.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
mvkulikov@list.ru

Чабров С.Е.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
chabrov_s.e@mail.ru

Аннотация. Развитие военной техники требует обеспечения измерений и контроля все большего числа параметров с более высокой точностью и за более короткое время. В связи с этим постоянно возрастает роль и значение метрологического обеспечения вооруженных сил. Важное значение в повышении уровня и полноты метрологического обеспечения имеет уровень измерительной техники, измерительный контроль. Все более возрастают требования к точности и достоверности измерений, так как по их результатам принимается решение о работоспособности и боеготовности контролируемого объекта. От грамотного и рационального решения вопросов метрологического обеспечения вооружения зависит эффект его применения.

Ключевые слова: метрология, военная техника, метрологическое обеспечение, измерительная техника, измерительный контроль, единство измерений.

Kulikova T.A.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
takulikova @list.ru

Kulikov M.V.

PhD in Technical Sciences,
Krasnodar Higher Military Flight School
mvkulikov@list.ru

Chabrov S.E.

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

Abstract. The development of military technology requires the measurement and control of an increasing number of parameters with higher accuracy and in a shorter time. In this regard, the role and importance of the metrological support of the armed forces is constantly growing. The level of measuring technology and measuring control is of great importance in raising the level and completeness of metrological support. The requirements for the accuracy and reliability of measurements are increasing more and more, since, based on their results, a decision is made about the operability and combat readiness of the controlled object. The effect of its use depends on the competent and rational solution of the issues of metrological support of weapons.

Keywords: metrology, military equipment, metrological support, measuring technology, measuring control, unity of measurements.

В середине XX века начали разрабатываться и поступать на вооружение нашей армии принципиально новые образцы вооружения и военной техники (реактивные самолёты, баллистические и крылатые ракеты, ядерное оружие, радиолокационные системы и др.). При разработке, испытаниях и эксплуатации вооружения и военной техники специалистам пришлось столкнуться с рядом трудностей, вызванных отсутствием необходимой измерительной техники для контроля их параметров и характеристик.

Так, зачастую точностные показатели создаваемых образцов были соизмеримы и даже превосходили метрологические характеристики существующих средств измерений.

Не менее важной проблемой оказалось несоответствие имеющихся средств измерений реальным условиям испытаний и эксплуатации образцов, поскольку их метрологические характеристики гарантировались производителями только при нормальных условиях эксплуатации [1].

Проблемы также усугублялись широким применением при создании перспективных образцов вооружения новых физических явлений и эффектов, для измерения характеристик которых отечественных средств измерений вообще не было.

Подчеркнём, что военная метрология отличается от общей метрологии прежде всего целями и принципами осуществления деятельности по обеспечению единства измерений. Если для общей метрологии целью является передача единицы величины средству измерений с требуемой точностью, то для военной метрологии наряду с точностью важными показателями являются оперативность и живучесть войсковой системы передачи единиц величин, что обеспечивает требуемую эффективность применения вооружения и военной техники. Появление военной метрологии как новой отрасли науки произошло в результате обобщения, развития и совершенствования методов исследований метрологического обеспечения войск.

При этом кардинальное решение возникших проблем метрологического обеспечения на основе подходов, применяемых в традиционной метрологии, оказалось невозможным [2].

Стало очевидно, что метрологическое обеспечение Вооружённых Сил должно осуществляться на принципиально иных подходах и теоретических основах, обеспечивающих опережающее развитие военной измерительной техники для разработки и эксплуатации вооружения и военной техники, оценки состояния личного состава армии и флота и параметров окружающей среды, а также методов и способов обеспечения единства измерений в Вооружённых Силах.

Развитие военной техники, которая от поколения к поколению, становясь сложнее, эффективнее и надежнее, требует обеспечения измерений и контроля все большего числа параметров с более высокой точностью и за более короткое время. В связи с этим постоянно возрастает роль и значение метрологического обеспечения вооружённых сил.

Наиболее важное значение в повышении уровня и полноты метрологического обеспечения имеет уровень измерительной техники, прежде всего метрологические характеристики средств измерений – точность, диапазон, стабильность, надёжность и др.

Как бы ни были точны и надёжны средства измерений одной и той же физической величины, необходимо всегда заботиться об обеспечении единства измерений, иначе становится невозможным сопоставить результаты измерений, выполненных в различных организациях, службах и частях [3].

Средства измерений, которые являются технической основой метрологического обеспечения вооружения и военной техники в настоящее время имеют тенденцию перехода на цифровые.

Современные технические средства вооружения и военной техники представляют собой совокупность большого числа комплектующих элементов, объединённых электрическими, электронными, оптоэлектронными, механическими связями в узлы, блоки, системы, комплексы для решения тех или иных задач. Наземные и бортовые цифровые приборы, и установки, электронные автоматизированные системы управления и другие устройства включают в себя тысячи, десятки и даже сотни тысяч комплектующих элементов. Так как эти элементы имеют ограниченный срок службы, то их параметры с течением времени начинают постепенно изменяться. Наличие связей между элементами вызывает соответствующее изменение какого-то общего параметра. При некотором уровне изменения параметра или параметров узел, блок, система, комплекс теряют свою работоспособность [4].

В целях прогнозирования и предотвращения потери работоспособности или восстановления утраченных метрологических характеристик технических средств необходимо количественно оценивать их общие параметры и параметры отдельных блоков, узлов, комплектующих элементов. В свою очередь параметры технических средств, а также параметры режимов их работы представляются физическими величинами, которые количественно оцениваются путем измерений.

Для поддержания в процессе эксплуатации работоспособности технических средств авиационного вооружения необходимо периодически измерять большое число физических величин, имеющих значительные пределы изменения. При этом правильное определение значений измеряемых величин зависит от качества применяемых средств измерений и соблюдения правил их эксплуатации.

В современных сложных технических средствах вооружения и военной техники важнейшее значение имеет измерительный контроль, при котором процедура измерения совмещается с информационно-логическими операциями, то есть с заданной по-

грешностью значение параметра сопоставляется с требуемым (например, при настройке) или с установленными для нормального функционирования устройства, допустимыми пределами изменения параметра. Результаты сопоставления отображаются тем или иным способом и анализируются. Таким образом, средства измерений позволяют получать объективную информацию о функционировании технического средства и определять алгоритм дальнейших действий [5].

Измерительный контроль при эксплуатации технических средств вооружения и военной техники применяется не только для измерения их параметров в целях поддержания работоспособности и отыскания неисправностей. Еще одной важной его функцией является использование результатов измерений для настройки, регулировки, юстировки технических средств с целью установления заданных режимов работы, определения допустимых условий применения. В некоторых случаях, например, при подготовке вооружения и военной техники для выполнения поставленных задач, требуется знать метеорологические параметры в районах базирования и выполнения боевой задачи (атмосферное давление, дальность видимости, температура окружающего воздуха и др.). При этом средства измерений непосредственно не входят в состав контрольно-измерительной системы технического средства, но система управления не может обходиться без результатов измерений параметров внешней среды.

В некоторых случаях нет необходимости измерять с высокой точностью значения параметров технических средств вооружения и военной техники: либо допуски имеют большие пределы, либо достаточно только убедиться в наличии того или иного сигнала. В этом случае физическая величина не измеряется, а индицируется. Подобные средства измерений называются индикаторами, они в процессе эксплуатации обычно не подвергаются проверке. Контроль режимов работы и параметров технических средств с помощью индикаторов является качественным [6].

Основные проблемы военной метрологии в настоящее время во многом связаны с усложнением, унификацией, цифровизацией вооружения и систем технического обслуживания, увеличением объема инструментального контроля, ростом влияния точности и надежности средств измерений на эффективность и боеготовность вооружения и военной техники. Все более широкое применение находят встроенные автоматизированные системы контроля состояния вооружения и военной техники. При этом, например, в радиолокационных, навигационных и ракетных комплексах сложность и стоимость приборов и систем контроля становятся соизмеримыми по сложности и стоимости с обслуживаемыми вооружением и военной техникой.

Все более возрастают требования к точности и достоверности измерений, так как по их результатам принимается решение о работоспособности и боеготовности контролируемого объекта. Например, при испытаниях сложных боевых систем, разнесенных в полигонных условиях на большие расстояния, синхронность измерений характеристик составляет малые доли секунды, а при баллистических испытаниях – наносекунды.

Проблема точности измерений в военном деле имеет особое значение, поскольку она связана с эффективностью вооружения и военной техники. Например, погрешность в измерении температуры топлива некоторых тактических ракет на один градус приводит к ошибкам в стрельбе на 100 и более метров; неточность измерения мощности передатчика радиолокационной станции тактического звена в 3 дБ чревата ошибкой в измерении дальности на несколько километров; незначительное снижение точности установки калибровочного сигнала генератора этой станции может уменьшить дальность обнаружения воздушных целей на 15 %; погрешность установки частоты связанных радиостанций на 0,1 % вызывает нарушение буквопечатающей связи; неточность в частотно-временной «привязке» ракет дальнего действия (наземной и бортовой аппаратуры) на одну микросекунду снижает точность попадания на несколько сотен метров [7].

Важнейшей проблемой военных метрологов является передача точных значений единиц физических величин от государственных (военных) эталонов через промежуточные ступени образцовых средств измерений непосредственно к рабочим измерительным приборам и объектам вооружения и военной техники. Основная роль в решении этой проблемы отводится лабораториям измерительной техники, осуществляющим поверку рабочих средств измерений. От качества и оперативности работы этих подразделений во многом зависит достоверность измерений параметров боевой техники.

Одной из основных особенностей применения средств измерений в современных условиях является необходимость обеспечения скрытности их применения, помехозащищенности и возможности длительной их эксплуатации автономно от эталонов и образцовых средств измерений.

В связи с этим задача военной метрологии заключается в том, что требуемой точности измерений необходимо достигать не любыми средствами, а лишь теми, в основу которых положены физические принципы, позволяющие скрытно и автономно использовать средства измерений, обеспечивая их высокую степень помехозащищенности. Это утверждение верно и для проведения различных радиоизмерений [8].

Возрастание роли измерительной техники, специфические особенности ее обслуживания и применения для измерения параметров вооружения и военной техники требуют в настоящее время научного комплексного подхода к решению военно-метрологических задач, так как от грамотного и рационального решения вопросов метрологического обеспечения вооружения на стадии подготовки зависит эффект его применения.

Таким образом, на основе анализа состояния метрологического обеспечения Вооружённых Сил и уже разработанных подходов к его совершенствованию были сформированы принципы и методы осуществления единой военно-технической политики в области обеспечения единства измерений, развития парка средств измерений военного назначения, создания комплекса военных эталонов единиц величин, востребованных в войсках, формирования организационной структуры метрологических служб видов Вооружённых Сил, воинских частей и подразделений, задания и оценки выполнения требований к метрологическому обеспечению образцов вооружения и военной техники [9].

Кроме того, разработано большое количество военных стандартов, положений, руководств, общих технических требований, методик и других нормативных документов, что превратило динамично развивающееся метрологическое обеспечение Вооружённых Сил в чётко работающий механизм по обеспечению единства измерений в интересах боеготовности войск, эффективности и безопасности вооружения и военной техники, здоровья личного состава и экономии всех видов ресурсов.

Список литературы:

1. Лахов В.М. Военная метрология в современных условиях развития вооруженных сил России / В.М. Лахов, И.А. Шайко. – URL : quality.eup.ru, 2021. – URL : <https://quality.eup.ru/METROL/vm.htm> (дата обращения 13.03.2022).
2. Лесун И.В. Военная метрология – научная основа метрологического обеспечения войск (сил), развития вооружения, военной и специальной техники / И.В. Лесун // Федеральный справочник Оборонно-промышленный комплекс России. – 2015. – Т. 11. – С. 421–428. – URL : <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-11/III/Lesun.pdf> (дата обращения 13.03.2022).
3. Приказ Министра обороны РФ от 15 января 2019 г. № 3 «Об установлении Порядка проведения в Вооруженных Силах Российской Федерации обязательной метрологической экспертизы образцов и комплексов вооружения, военной и специальной техники и технической документации на них».
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. 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.

УДК 531.76

БЕСКОНТАКТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ



NON-CONTACT METHOD OF PARAMETER MEASUREMENT

Куликова Т.А.

кандидат химических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
mvkulikov@list.ru

Чабров С.Е.

кандидат технических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
chabrov_s.e@mail.ru

Аннотация. В статье авторами проведен анализ контактных и бесконтактных методов измерения параметров вибрации. Сравнительный анализ бесконтактных методов сведен в таблицу, радиоволновые методы выделены как наиболее перспективные. Подробно рассмотрены интерференционные радиоволновые методы измерения параметров вибрации, в основе которых лежит зондирование вибрирующего объекта электромагнитными волнами СВЧ диапазона. Область использования результатов исследования относится к отраслям промышленности (теплоэнергетика, газовая и нефтяная области и др.), в которых используются сложные динамические объекты и необходим бесконтактный способ контроля параметров вибрации и перемещения.

Ключевые слова: измерение вибрации, радиоволновой фазовый метод, бесконтактный, интеллектуальный, датчик.

Kulikova T.A.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
mvkulikov@list.ru

Chabrov S.E.

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

Abstract. In the article, the authors analyzed contact and non-contact methods for measuring vibration parameters. A comparative analysis of contactless methods is summarized in a table, radio wave methods are highlighted as the most promising. Interference radio wave methods for measuring vibration parameters, which are based on probing a vibrating object with electromagnetic waves of the microwave range, are considered in detail. The field of application of the research results relates to industries (thermal power engineering, gas and oil fields, etc.) in which complex dynamic objects are used and a non-contact method of monitoring vibration and displacement parameters is required.

Keywords: vibration measurement, radio wave phase method, contactless, intelligent, sensor.

Наиболее часто механические колебания (вибрации) представляют собой нежелательные явления, сопровождающие полезные процессы в технологических установках. В то же время вибрации могут создаваться принудительно для выполнения определенных функций, например, в вибрационных питателях и конвейерах, используемых для транспортировки мелких штучных материалов. В тех или иных случаях существует необходимость непрерывного контроля параметров движения и вибрации, а также комплексной оценки состояния оборудования.

Получение информации о параметрах движения и вибрации при эксплуатации промышленного оборудования, приборов и всевозможных динамических объектов, представляет собой первоочередную задачу при оценке качества и надежности работы, как отдельных узлов, так и всех установок в целом. Поэтому разработка и создание высокоэффективных измерительных устройств в области измерения, контроля и оценки стабильности работы динамических объектов, а также изменения их состояния в ходе эксплуатации заслуживают особого внимания специалистов в области создания контрольно-измерительной техники.

Существующие методы измерения параметров вибрации и технические средства их реализации основаны на различных физических принципах и имеют определенные области применения. По принципу взаимодействия с объектом все существующие методы измерения параметров динамических объектов можно разделить на две группы: контактные, подразумевающие механическую связь датчика с исследуемым объектом, и бесконтактные, то есть не связанные с объектом механической связью [1].

Контактные методы просты в реализации, имеют точное положение на исследуемом объекте. Небольшая стоимость и приемлемая точность широко распространили их в промышленности, однако необходимость установки контактного датчика непо-

средственно на динамическом объекте резко снижает область их применения. К основным недостаткам контактных датчиков можно отнести:

- подверженность датчиков и линий связи вредным с точки зрения надежности механическим и температурным воздействиям, что приводит к частым и дорогостоящим сбоям и отказам в системах контроля состояния оборудования;
- наличие линий связи, которые могут помешать вращающимся или движущимся узлам;
- применимость только, когда их масса принципиально меньше массы исследуемого объекта;
- относительно слабый уровень электрического сигнала, по сравнению с микрофонным эффектом подводящих проводов, собственными шумами и другими помехами;
- изменение чувствительности со временем, требующей периодической калибровки;
- существенный разброс характеристик от образца к образцу;
- невозможность производить измерения, начиная с 0 Гц;
- малая механическая прочность.

Существует много ситуаций, в которых необходимо измерить параметры вибрации объекта, не имея физического контакта с ним, или такой контакт просто невозможен. Отметим также потребность в измерении параметров вибрации не только объектов, совершающих линейные механические колебания, но и вращающихся объектов (валов, цилиндров и т.п.), когда вследствие их эксцентриситета имеют место биения.

Таким образом, для случаев, в которых невозможен или недопустим контакт с исследуемым динамическим объектом, необходимо использование бесконтактных методов, что, в свою очередь, не исключает их применимость наряду с контактными измерениями. Общим достоинством бесконтактных методов измерения является отсутствие механического воздействия на исследуемый объект и пренебрежительно малая инерционность, что позволяет избежать основных недостатков, присущих контактному методу. В частности, это возможность получения необходимой информации на малых и больших расстояниях, в любых режимах работы, в условиях низких и высоких температур, давлений, от герметичных объектов, от элементов находящихся в агрессивных и взрывоопасных средах, из замкнутых объемов.

Отсутствие влияния на работу механических систем позволяет методами бесконтактно исследовать вибрацию легких поверхностей, стенок баков, лопастей турбин и прочих объектов, к которым невозможно крепление обычных датчиков.

Бесконтактные методы основаны на зондировании объекта звуковыми или электромагнитными волнами. Метод ультразвуковой фазометрии заключается в измерении разности фаз опорного сигнала ультразвуковой частоты и сигнала, отраженного от исследуемого объекта. В качестве чувствительных элементов используется пьезоэлектрическая керамика. К достоинствам метода можно отметить дешевизну и компактность аппаратуры, малое время измерения, отсутствие ограничения на нижнюю границу частотного диапазона, высокую точность измерения низкочастотных вибраций. Использование ультразвуковых методов ограничивают невысокая разрешающая способность, сильное затухание ультразвука в воздухе, зависимость от состояния атмосферы, уменьшение точности измерения с ростом частоты вибрации [1].

Широкое распространение получили оптические методы, основанные на зондировании объекта видимым светом. Все они подразделяются на две группы. К первой относятся методы, основанные на регистрации эффекта Доплера. Простейшим из них является гомодинный метод, который позволяет измерять амплитуды и фазы гармонических вибраций, но с его помощью невозможно исследовать негармонические и большие по амплитуде вибрации. Другой метод этой группы – гетеродинный – лишен этого недостатка, однако требует калибровки и очень сложной измерительной аппаратуры. Существенным недостатком оптических методов первой группы являются высокие требования к качеству поверхности исследуемого объекта и среде.

Для голографических методов, которые и образуют вторую группу, требования к качеству поверхности намного ниже. Голографические методы обладают высокой раз-

решающей способностью (однако они требуют сложного и дорогостоящего оборудования), а также сравнительно большим временем измерения [2].

Общими недостатками оптических методов являются:

- сложность, громоздкость и высокая стоимость оборудования; большое энергопотребление;
- высокие требования к качеству поверхности исследуемого объекта и к состоянию атмосферы (определенная влажность, отсутствие запыленности и т.п.).

Кроме того, лазерное излучение оказывает вредное влияние на зрение обслуживающего персонала и требует дополнительных мер предосторожности и защиты [2].

Частотную нишу между ультразвуковыми и оптическими методами занимают радиоволновые. Особенности носителя информации – электромагнитного поля – придают ряд замечательных свойств радиоволновым методам измерения, контроля и технической диагностики. Радиоволновые методы являются безинерционными и допускают бесконтактные измерения не только вибрации, но и перемещения, а также линейной скорости объектов.

Контролируемые объекты могут быть как проводниками, так и диэлектриками с потерями или без потерь. Они могут быть использованы на расстоянии от сантиметров до нескольких метров, в условиях отсутствия или плохой оптической видимости, высоких температур и для объектов с большим многообразием форм и материалов поверхностей. Становится возможным измерить вибрацию динамических узлов, не нарушая конструкции или через герметичные стенки приборов. Например, измерить параметры движения второй крыльчатки турбины самолета, зондируя сигналом через первую в процессе их работы [3].

Сравнительные характеристики бесконтактных методов приведены в таблице.

Таблица 1 – Основные характеристики бесконтактных методов измерения параметров вибрации

Характеристики	Вибрация		
	ультразвуковая	радиоволновая	оптическая
Длины волн зондируемого сигнала	1–15 мм	3–8 мм	400–760 нм
Диапазон перемещений	10–50 мкм	от 1 мкм до 5 м	от 1 пм до 1 м
Диапазон измеряемых частот	0–3000 Гц	0–250 кГц	0–20 МГц
Разрешение	≤ 1 мкм	10–30 мкм	≤ 1 пм
Рабочие расстояния до объекта	Не более 1,5–2 м	0,2–10 м	0,1–10 м
Недостатки	Низкая разрешающая способность, малый динамический диапазон, невозможность измерения перемещений	Сложность калибровки (для амплитудных методов)	Сложность и высокая стоимость аппаратуры, высокие требования к поверхности объекта и среде
Достоинства	Дешевизна и компактность аппаратуры	Широкий динамический диапазон, измерение в условиях отсутствия прямой видимости, комплексные измерения вибрации поверхностей	Высокая точность и возможность точечных измерений

Как показал анализ, наиболее широкой сферой использования наряду с высокой надежностью и низкой стоимостью обладают радиоволновые методы.

Радиоволновые методы измерения основаны на использовании зависимостей от контролируемой величины различных параметров электромагнитных систем, применяемых в качестве первичных измерительных преобразователей. К таким параметрам относятся [3]:

- амплитуда и фаза отраженного сигнала;
- частота электромагнитных колебаний системы, ее добротность;
- число возбуждаемых типов колебаний;
- время прохождения электромагнитной волны от источника излучения до контролируемого объекта и др.

Из всего разнообразия радиоволновых методов измерения вибраций можно выделить две основные группы: резонаторные и интерференционные.

Резонаторные методы основаны на размещении вибрирующего объекта в поле ВЧ или СВЧ резонатора (вне или, хотя бы частично, внутри него), при котором под влиянием вибраций изменяются характеристики резонатора. Они могут быть реализованы на объемных резонаторах и отрезках длинных линий. С применением СВЧ резонаторов возможно достижение большой чувствительности при соответствующем построении измерительной цепи и выборе ее параметров, в частности по двухканальной схеме с опорным каналом [3].

Однако сложность конструкции, низкая чувствительность, малая удаленность от объекта измерения, необходимость создания дополнительных гармонических колебаний, а также сложный механизм оценки уровня вибрации не позволяют им найти широкое применение.

В основе интерференционных методов лежит зондирование вибрирующего объекта электромагнитными волнами ВЧ и СВЧ диапазонов, прием и анализ отраженных (рассеянных) объектом волн. Между излучающим устройством и объектом в результате интерференции образуется стоячая волна. Вибрация объекта приводит к амплитудной и фазовой модуляции отраженной волны и к образованию сигнала биений. У выделенного сигнала переменного тока амплитуда пропорциональна амплитуде вибраций, а частота соответствует частоте вибраций контролируемого объекта. Однако прямое измерение абсолютных значений параметров вибрации, проводимое по амплитуде выходного сигнала биений, требует выполнения сложных процедур калибровки (градуировки) при смене и/или изменении расстояния до исследуемого объекта, что затрудняет разработку на их основе вибродатчиков с нормированными метрологическими характеристиками. Эти сложности в реализации ограничивают широкое использование и внедрение радиоволновых датчиков на базе существующих амплитудных методов [3].

Этого недостатка лишен фазовый интерференционный радиоволновой метод, в котором амплитуда отраженного сигнала непосредственно не участвует в расчете параметров [4].

Закон фазовой модуляции $\varphi(t)$ отраженного сигнала связан с законом плоскопараллельных колебаний $D(t)$ отражающей поверхности вибрирующего объекта линейным соотношением:

$$\varphi(t) = (D(t) 4\pi) / \lambda, \quad (1)$$

где λ – длина волны зондирующего сигнала.

Таким образом, фаза отраженного сигнала содержит всю информация о параметрах движения объекта. Данный метод нашел применение в радиоволновом виброметре [6–9].

На основе предложенного фазового метода с использованием современной цифровой обработки сигналов разработан бесконтактный интеллектуальный вибродатчик (БИВД), работающий в широком диапазоне расстояний до объекта, частот, амплитуд вибраций и перемещений, обладающий высокими метрологическими характеристиками, унифицированными аналоговыми и цифровыми интерфейсами. Этот вибродатчик относится к новому поколению датчиков, предназначенных для непрерывного дистанционного контроля динамических и статических параметров элементов конструкций любых агрегатов. Термин интеллектуальный датчик (ИД) определяется стандартом как датчик, который выполняет функции сверхнеобходимые для формирования правильного представления, отображения и передачи измеряемой величины. К таким функциям относится не только измерение, нормализация и коррекция сигнала, но и самотестирование, а также цифровой интерфейс [5].

Отличительной особенностью БИВД является цифровая обработка сигнала непосредственно с выхода первичного преобразователя. Это гарантирует высокую точность и стабильность его характеристик во всех допустимых диапазонах измерений, а также низкую чувствительность к внешним помехам. Цифровая обработка сигнала и возможность модернизации программного обеспечения позволяют реализовать различные функции преобразования контролируемых величин, с дальнейшим совершенствованием характеристик и выполняемых функций датчика [4].

Для любой измеряемой величины (виброперемещения, виброскорости, виброускорения) в реальном масштабе времени выполняется статистический и спектральный анализ, в результате которого определяется среднее значение, среднеквадратическое значение (СКЗ), минимальное и максимальное значения, размах и амплитудный

спектр. Отличительной особенностью датчика является возможность контроля вибраций, начиная с 0 Гц, что позволяет измерять с высокой точностью как инфранизкочастотные вибрации, так и выполнять функции бесконтактного микрометра.

Таким образом, представлен способ определения фазы отраженного от объекта радиоволнового сигнала по значениям квадратур балансного смесителя. На основе способа сконструирован бесконтактный радиоволновой вибродатчик с удовлетворительными характеристиками, способный найти применение в отраслях промышленности и технике, там, где используются сложные динамические объекты. Например: в авиации – бесконтактный контроль пуска турбин и динамический контроль состояния их лопаток при регламентных работах на авиационных двигателях; в тепловой, газовой и энерготехнике – контроль работ валов и лопастей турбин с оценкой амплитуд вибраций, обеспечение системы слежения за нормальным режимом работы и предупреждения аварийных ситуаций. Бесконтактные вибродатчики являются более надежными и имеют расширенную область применения, так как они не размещаются на вибрирующем объекте и, следовательно, менее подвержены механическим, тепловым и другим воздействиям [6].

Список литературы:

1. 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.
2. 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.
3. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Краснодар). – 2015. – С. 148–152.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.
6. Докучаев В.Г. 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.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ
ВЕТРО-СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**



**GENERAL CHARACTERISTICS AND PROSPECTS
OF WIND-SOLAR POWER PLANTS**

Воробьев Е.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
evvorobyev@yandex.ru

Пичугина К.Ю.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kri4661@yandex.ru

Аннотация. В статье раскрыта общая характеристика и перспективы ветроэнергетической, солнечной и комбинированной системы электроснабжения.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетическая установка, автономная система электроснабжения, комбинированная система электроснабжения.

Vorobyev E.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
evvorobyev@yandex.ru

Pichugina K.Yu.

Krasnodar Higher Military Flight School
kri4661@yandex.ru

Abstract. The article reveals the general characteristics and prospects of the wind energy, solar and combined power supply systems.

Keywords: renewable energy sources, solar photovoltaic stations, wind power stations, combined power supply systems.

В последнее время в мире стремительными темпами началась развиваться возобновляемая энергетика, этому свидетельствуют следующие факты. Более чем в 20 раз за последние 10 лет выросло производство энергии ветроэнергетическими установками (ВЭУ) и более чем в 400 раз производство энергии солнечными фотоэнергетическими установками (СФЭУ). Сегодня ведущее положение среди возобновляемых источников энергии (ВИЭ) занимает солнечная энергетика. В настоящее время суммарная выработка энергии в мире от ВИЭ составляет около 20 % от общего количества произведенной энергии. Возобновляемая энергетика сегодня является отраслью, в которую внедряются современные достижения науки [1, 2].

Для эффективного использования солнечных энергетических установок важен ряд параметров: высота, климат, положение солнца. Кроме того, солнечная энергетика позволяет получать два вида энергии: электрическую и тепловую. Срок службы солнечных батарей превышает 30 лет, повреждение их возможно только механическое, срок службы современных аккумуляторных батарей около 10 лет, таким образом, при условии 100 % использования всех генерируемой энергии, установка окупится, в зависимости от установленной мощности, через 5–7 лет.

Основными недостатками солнечной энергетика являются высокая стоимость, даже в сравнении с другими видами ВИЭ, и низкий КПД – до 20 %.

Лидирующие позиции среди известных видов ВИЭ занимает ветровая энергетика. Ветер возникает за счет разницы давления в атмосфере и обладает кинетическим потенциалом. Отбор энергии ветра осуществляют ВЭУ. Основной недостаток ВЭУ, как и СФЭУ – непостоянство поступления солнечной и энергии ветровых потоков, кроме того, в настоящее время относительно высокая стоимость производимой ими [3].

Однако перспективы ВИЭ связаны, прежде всего, с тем, что ограничены запасы традиционных источников энергии и в последнее время остро обостряются вопросы нахождения альтернативных источников энергии. Своевременное внедрение ВИЭ позволит избежать в перспективе энергетического кризиса, экологических проблем на планете Земля.

Статистические данные и прогнозы разных специалистов относительно использования ВИЭ регулярно корректируются. Коррекция связана как с развитием нетрадиционных способов, так и традиционных. Несмотря на то, что сегодня предлагаются новые способы выработки энергии, совершенствуются методы разработки и ввода новых

месторождений нефти и газа, по прогнозам специалистов к 2040 году на ВИЭ, прежде всего на долю ветроэнергетических и солнечных станций, придется до половины мирового объема выработки энергии. Основными преимуществами ВИЭ, как альтернативного источника энергии является то, что они не оказывают негативное влияние на окружающую среду во время производства электроэнергии и их запас на земле неограниченный [1, 3].

Странами лидерами в развитии ветровой энергетики в настоящее время являются Дания, Испания, Германия. Предприятия этих стран продают ВЭУ, что составляет более 50 % национального рынка. Основное производство солнечных фотоэлементов сконцентрировано в трех странах – США, Япония и Германия. Развитие ВИЭ в рассмотренных странах главным образом обусловлено постоянной поддержкой государства. В настоящее время происходит глобализация индустрии ВИЭ, которая вскоре будет более активными темпами развиваться на мировом уровне [1, 2].

Уже сегодня перспективным является направление разработки комбинированных автономных систем электроснабжения (АСЭ), содержащие в своей структуре ВЭУ, СФЭУ и традиционные автономные источники электроэнергии: дизельные электростанции (ДЭС) и газопоршневые электростанции (ГПЭ).

Один из вариантов, комбинированных (АСЭ) приведен на рисунке 1. К шине гарантированного электроснабжения 4 подключаются традиционные автономные источники электроэнергии 1 ДЭС (дизельные или (и) газопоршневые электростанции) и ВЭУ 2 (ветроэнергетические). Ввод 3 предназначен для подключения внешней энергосети. На рисунке 1 показаны также солнечная фотоэлектрическая установка 6, которая к шине гарантированного электроснабжения подключается через инвертор 5, аккумуляторная батарея 7, зарядное устройство 8, система управления и защиты 9 и потребители электроэнергии переменного тока 10 [4, 5].

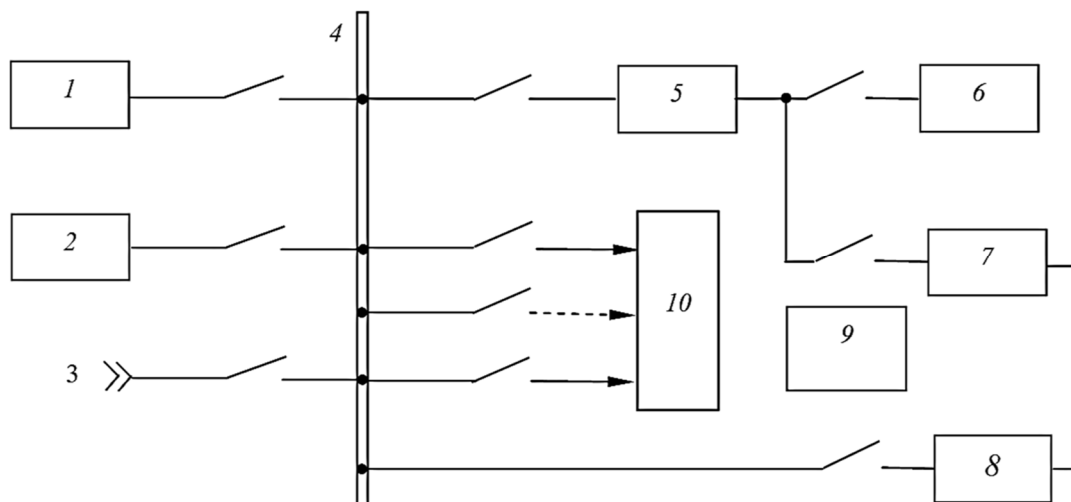


Рисунок 1 – Структурная схема комбинированных автономных систем электроснабжения (АСЭ)

Такие системы являются энергетически эффективными и способны обеспечивать бесперебойное электроснабжение ответственных потребителей электроэнергии (потребителей первой категории).

Важным вопросом на этапе проектирования АСЭ с использованием ВИЭ является определение оптимальных режимов работы солнечных и ветроэнергетических станций т.е. режимов, когда они вырабатывают максимальную мощность. Здесь необходимо учитывать то, что комбинирование выработки электроэнергии солнечными и ветроэнергетическими станциями эффективно при круглогодичном характере потребления электроэнергии. При этом необходимо учитывать также то, что зимой уровень солнечной радиации значительно падает, а сила ветровых потоков зимой, как правило, возрастает. Производительность ветроэнергетических установок в сравнении с солнечными фотоэлектрическими станциями выше при одной и той же мощности. Однако они имеют гораздо ниже показатели надежности из-за наличия механических подвижных

частей и относительно высокие эксплуатационные затраты в сравнении с солнечными электростанциями [3, 6].

В общем случае синтез структурных решений АСЭ на ВИЭ должен включать следующие этапы [7]:

1. Анализ сезонных и годовых графиков нагрузки потребителей.
2. Анализ требований потребителей к основным показателям качества электроэнергии (отклонение и колебание напряжения и частоты тока, коэффициент несинусоидальности) и непрерывности электроснабжения.
3. Анализ климатических условий и рельефа местности, где предполагается использовать возобновляемые источники;
4. Выбор энергоэффективных источников, преобразователей и стабилизаторов параметров электроэнергии, а также коммутационных устройств;
5. Разработка функциональной схемы системы с учетом возможных режимов её работы, включая аварийных, позволяющей обеспечивать потребители электроэнергией за счет адаптивного изменения структуры системы.
6. Проведение расчета основных критериев эффективности системы;
7. Математическое моделирование физических процессов в силовых цепях в нормальных и аварийных режимах работы на предмет исследования электромагнитной совместимости источников, преобразователей и потребителей электроэнергии.
8. Оптимизация структурно-схемного решения системы.
9. Разработка рекомендаций по проектированию систем управления, защиты и контроля.
10. Формирование технического задания на разработку системы.

Темпы и уровень развития научно-технического прогресса сегодня требует создания энергосберегающих и энергоэффективных систем, в том числе обеспечивающих надежное и качественное электроснабжение потребителей электроэнергии. Применение в составе СБЭ новой элементной базы и ВИЭ позволит решать эти задачи в районах децентрализованного электроснабжения.

Несмотря на то, что сегодня предлагаются новые способы выработки энергии, совершенствуются методы разработки и ввода новых месторождений нефти и газа, по прогнозам специалистов к 2040 году на ВИЭ, прежде всего на долю ветроэнергетических и солнечных станций, придется до половины мирового объема выработки энергии. Основными преимуществами ВИЭ, как альтернативного источника энергии является то, что они не оказывают негативное влияние на окружающую среду во время производства электроэнергии и их запас на земле неограничен [1, 3]. Статистические данные и прогнозы разных специалистов относительно использования ВИЭ регулярно корректируются. Коррекция связана как с развитием нетрадиционных способов, так и традиционных.

Лидирующие позиции среди известных видов ВИЭ занимает ветровая энергетика. Ветер возникает за счет разницы давления в атмосфере и обладает кинетическим потенциалом. Отбор энергии ветра осуществляют ВЭУ. Основной недостаток ВЭУ, как и СФЭУ – непостоянство поступления солнечной и энергии ветровых потоков, кроме того, в настоящее время относительно высокая стоимость производимой ими [3]. Основными недостатками солнечной энергетика являются высокая стоимость, даже в сравнении с другими видами ВИЭ, и низкий КПД – до 20 %. Однако перспективы ВИЭ связаны, прежде всего, с тем, что ограничены запасы традиционных источников энергии и в последнее время остро обостряются вопросы нахождения альтернативных источников энергии. Своевременное внедрение ВИЭ позволит избежать в перспективе энергетического кризиса, экологических проблем на планете Земля.

Применение того или иного ВИЭ в первую очередь определяется уровнем потенциала ветровой и солнечной энергетика для конкретной местности и климатических условий. Как правило, целесообразность применения ВЭУ определяется средней годовой скоростью ветра, которая должна превышать 4 м/с, а СФЭУ – количеством световых часов в году, которых должно быть не менее 3500 [2].

Важный факт. Известно, что при автономной работе ВЭУ или СФЭУ в их состав входят аккумуляторные батареи (АБ), являющиеся накопителями энергии и источниками электроэнергии при низких скоростях ветра и низком уровне солнечной радиации. Поэтому мощность генератора ВЭУ и солнечных батарей СФЭУ выбирается в два раза больше максимальной потребляемой мощности потребителями электроэнергии для

обеспечения электроэнергией потребителей и одновременного заряда АБ. Стоимость АБ составляет от 25 до 40 % от общей стоимости ВЭУ и СФЭУ соответственно.

При работе ВЭУ и СФЭУ в составе комбинированных АСЭ существенно уменьшается мощность АБ, которые применяются только при переходе питания от одного источника электроэнергии к другому.

Значительно повышается энергетическая эффективность комбинированных АСЭ, а также технико-экономические показатели системы электроснабжения в комплексе при применении таких систем для электроснабжения автономных потребителей, удаленных от внешних энергетических систем за счет экономии средств, необходимых для прокладки линий электропередачи, приобретения трансформаторных подстанций, распределительных устройств и т.п.

Список литературы:

1. Лукитин Б.В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями / Б.В. Лукитин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с
2. Обозов А.Д. Возобновляемые источники энергии : учеб. пособие для вузов / А.Д. Обозов, Р.М. Ботпаев. – Бишкек, 2010. – 218 с.
3. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М. : КНОРУС, 2010. – 232 с.
4. Лукитин Б.В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с.
5. Божко С.В. Автономные источники электроэнергии: состояние и перспективы : монография / С.В. Божко, О.В. Григораш, А.Ю. Попов, В.В. Алмазов, А.В. Квитков. – Краснодар : филиал Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 2012. – 174 с.
6. Лукитин Б.В. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с.
7. Григораш О.В. Новая элементная база возобновляемых источников электроэнергии : монография / О.В. Григораш, А.Ю. Попов, Е.В. Воробьев и др. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 202 с.

УДК 519.816

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ



USING THE PROGRAMMING LANGUAGE FOR DEVELOPING APPLICATIONS

Козак Л.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Волков М.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье авторами рассматривается использование языков программирования для разработки прикладных программ таких как C++ и Pascal, особое внимание уделяется использованию их в разработке приложений. В статье отражен принцип работы программ, процесс создания игр.

Ключевые слова: Pascal, C++, библиотека SFML, языки программирования, программы, приложения.

Kozak L.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Volcov M.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. This article discusses the programming language C++, Pascal and library SFML. Attention is paid to features of using the language a C++, Pascal in application development. In the article explains principle of operation, the process of creating the game.

Keywords: C++, library SFML, programming language, programs, apps.

Язык C++ широко используется для разработки программного обеспечения и является одним из самых популярных языков программирования, он удобен в использовании, но возникают трудности в его изучении. Область его применения очень разнообразна, можно начинать с простейших программ, таких как сложение двух переменных, а заканчивать разработкой сложнейших прикладных программ, созданием операционных систем, высокопроизводительных серверов, а также приложений для встраиваемых систем, но самое важное для нас это то, что на нём можно разрабатывать развлекательные приложения (игры). Уровень этих игр может быть различным, первый уровень это 2D графика с простейшими функциями, но если немного разобратся в принципах C++, то можно создать всё так, как вы этого хотите. После получения определённых навыков и знаний, ваши возможности станут безграничны, вы сможете создать увлекательную 3D игру или полезное обществу приложение. Они будут по достоинству оценены многими программистами и обычными пользователями. Многим известны программы, такие как, KM Player (Kang multimedia player), Браузер Mozilla firefox, LibreOffice, Adobe Photoshop, Media Player Classic. Они были написаны на C++ и для этого было приложено много усилий [1].

Многие языки программирования имеют возможность работы с различными библиотеками, для того чтобы упростить вашу работу, уменьшить размер кода, добавить какие-либо дополнительные функции, например, как Simple and Fast Multimedia Library, что означает «простая и быстрая мультимедийная библиотека». Мы её использовали для создания 2D игры, она упрощает создание графических объектов и различных функций.

Библиотека SFML состоит из пяти модулей. Первый (System) является основным, от него зависят все модули, он управляет временем и потоками. Второй (Window) для работы с окнами и взаимодействием с пользователем. Третий (Graphics) для облегчения отображения графических примитивов и изображений. Четвертый (Audio) предназначен для управления звуком. Пятый (Network) для создания сетевых приложений.

Библиотека SFML не может работать автономно, ей обязательно нужна привязка к языку программирования. Для создания нашей игры мы использовали именно её.

Для создания игры недостаточно только написать код, потому что игровой процесс основан на графике рисунок 1. Необходимо создать мир, в котором будут происходить события, объекты, персонажей и т.д. Этот процесс, возможно, самый увлека-

тельный, но без определенных навыков работы с графическими редакторами успеха вы не добьётесь.

```

Image fon;
fon.loadFromFile("images/fon.png");           //Загрузка графики
                                              в //программу

Texture fon_t;
fon_t.loadFromImage(fon);

Sprite fon_s;
fon_s.setTexture(fon_t);
fon_s.setPosition(-50,0);

Image ctrl;
ctrl.loadFromFile("images/ctrl.png");
Texture ctrl_t;
ctrl_t.loadFromImage(ctrl);
Sprite ctrl_s;
ctrl_s.setTexture(ctrl_t);
//ctrl_s.setScale(0.2f, 0.2f);

Image heroImage;
heroImage.loadFromFile("images/MilesTailsPrower.gif");

Image easyEnemyImage;
easyEnemyImage.loadFromFile("images/shamaich.png");
easyEnemyImage.createMaskFromColor(Color(255,0,0));
    
```

Рисунок 1

Кратко рассмотрим процесс разработки. Первое что нужно сделать, это создать графическое окно (сцену), там и будут происходить все события, запустить отсчет времени для работы с объектами, нарисовать графические модели всех объектов и персонажей, описать различными функциями действия объектов и возможности персонажей, прописать сюжет и обработку нажатия клавиш, устранить мелкие недостатки [2].

После полного окончания написания кода происходит запуск графического окна. В нём мы наблюдаем созданную игру. Сверху примитивная приборная панель, состоящая из указателя скорости, топливомер, высотомер, состояние двигателя, состояние шасси, показатель опасности. В левом нижнем углу расположен наш самолёт, мы производим запуск двигателя и начинаем полёт. Во время игры может произойти множество разных проблем, лётчик должен быстро среагировать на неисправность в работе, устранить замеченные ошибки работы самолёта, но медлить нельзя, время на устранение неполадки ограничено. По завершению прохождения уровня вы совершаете посадку на аэродром и получаете награду. Так же представляется статистика прохождения уровня.

В наше время при использовании современной военной техники в повседневной деятельности и при выполнении специальных задач в Вооружённых Силах программирование очень важно для решения прикладных задач. Решение должно быть быстрым, четким и очень точным. Использование языков программирования позволяет достичь различного уровня точности. Алгоритмизация и программирование ускоряет процесс решения задач по сравнению с решением «вручную», в военных целях это широко практикуется, ускоряя процесс решения задач и принятия решения примерно в 15 раз. На примере составленной задачи мы проверили это.

Задача: По каналу связи, подверженному воздействию помех, передается одна из двух команд управления в виде кодовых комбинаций 11111 и 00000. Априорные вероятности передачи этих команд соответственно p_1 и $q_1 = 1 - p_1$ (искажение символов комбинаций происходит независимо друг от друга). Вероятность правильного приема

каждого символа в команде одинакова и равна p_2 . На выходе приемного устройства зарегистрирована комбинация $\alpha = 00001$.

Определить вероятность передачи команды 11111.

Для решения данной задачи на языке Pascal использовались этапы:

- постановка задачи;
- математическое описание;
- составление таблицы переименований;
- алгоритмизация;
- программирование;
- проверка работы программы.

Постановка задачи [3].

Рассмотрим ситуацию, когда вслед за некоторым случайным экспериментом проводится другой случайный эксперимент, основанный на результатах первого.

1. Найти вероятность некоторого случайного события A , связанного со вторым экспериментом.

2. Известно, что событие A произошло. Найти вероятность того, что первый эксперимент завершился определенным исходом.

План решения.

1. Введем группу непересекающихся случайных событий H_1, H_2, \dots, H_n , которые однозначно описывают все возможные исходы первого эксперимента (полная группа событий).

Пусть $P(A / H_i)$ – условная вероятность события A при условии, что первый эксперимент завершился событием H_i , $i = 1, \dots, n$ (знание H_i позволяет однозначно описать второй эксперимент; $P(A/H_i)$ является вероятностью события A в этом эксперименте). Вероятность события A находится по формуле полной вероятности

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i). \quad (1)$$

2. Найти условную вероятность события H_i (при некотором i) при условии, что событие A произошло, т.е. $P(H_i / A)$. Эта вероятность может быть найдена по формуле Байеса.

$$P(H_i / A) = \frac{P(H_i)P(A/H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i)}; \quad (i = 1, \dots, n). \quad (2)$$

Рассмотрим программу для решения прикладной задачи на основе языка программирования Pascal.

При решении задачи использовались массивы, условные операторы, операторы ввода, вывода и оператор присваивания.

```
Write ('p1=');
Readln (p1);
Write ('p2=');
Readln (p2);
...
For i:=1 to 5 do
Readln (a[i]);
For i:= 1 to 5 do begin
if a[i]=1 then
N[i]:=p2 Else
n[i]:=1-p2;
End;
...
Writeln ('P(H1/A)= ', PNA1:8:5);
end.
```

При проведении эксперимента классическое решение выполнения одного варианта задачи равно примерно 30 минутам, десяти вариантов – 300 минут. То есть 5 часов мы затратим на решение десяти прикладных задач.

Решение задачи с помощью готовой программы равно примерно 1 минуте, то есть для решения 10 прикладных задач мы затратили около 10 минут, что показывает существенное отличие и экономию времени по сравнению с классическим вариантом решения задач [4].

Разработка программ включала использование модульного и структурного программирования. Модульный подход облегчает модернизацию и сопровождение программ в процессе ее эксплуатации. Появляется возможность создавать части программ на разных языках программирования и затем объединять в единый модуль.

Рассмотрим пример использования программного модуля.

```

unit ULog;
interface
uses
Image2.Picture.LoadFromFile('pic\usethis.bmp');
FLeftPan.Image1.Picture.LoadFromFile('pic\lev pri.bmp');
FMiddle.Image1.Picture.LoadFromFile('pic\pribori2.bmp');
a:=40;
//other
Timer10.Enabled:=True;
Timer2.Enabled:=True;
Timer7.Enabled:=True;
Timer9.Enabled:=True;
Timer5.Enabled:=True;
//temp
//kab
Image2.Canvas.Pen.Mode:=pmxor;
Image2.Canvas.Pen.Color:=CIWhite;
Image2.Canvas.Pen.Width:=2;
atemp:=-5.2;
xtemp:=round(x0temp+rtemp*cos(atemp));
ytemp:=round(y0temp-rtemp*sin(atemp));
Image2.Canvas.MoveTo(x0temp,y0temp);
Image2.Canvas.LineTo(xtemp,ytemp);
//mid
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Mode:=pmxor;
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Color:=CIWhite;
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Width:=2;
xtemp2:=round(528+rtemp2*cos(atemp));
ytemp2:=round(80-rtemp2*sin(atemp));
FMiddle.Image1.Canvas.MoveTo(528,80);
FMiddle.Image1.Canvas.LineTo(xtemp2,ytemp2);
//FKab;
//1s
r2:=18;
Image2.Canvas.Pen.Mode:=pmxor;
Image2.Canvas.Pen.Color:=clWhite;
Image2.Canvas.Pen.Width:=2;
a2:=-3.1;
xstr:=round(x0strelka+r2*cos(a2));
ystr:=round(y0strelka-r2*sin(a2));
Image2.Canvas.MoveTo(x0strelka,y0strelka);
Image2.Canvas.LineTo(xstr,ystr);
//2s
Image2.Canvas.Pen.Mode:=pmxor;
Image2.Canvas.Pen.Color:=clGray;
Image2.Canvas.Pen.Width:=2;
as2:=-2.7;
xstr2:=round(x0strelka+r2*cos(as2));
ystr2:=round(y0strelka-r2*sin(as2));
Image2.Canvas.MoveTo(x0strelka,y0strelka);
Image2.Canvas.LineTo(xstr2,ystr2);
//FMiddle;
//1s
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Mode:=pmxor;

```

```

FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Color:=clWhite;
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Width:=2;
xstrm:=round(440+rp*cos(a2));
ystrm:=round(80-rp*sin(a2));
FMiddle.Image1.Canvas.MoveTo(440,80);
FMiddle.Image1.Canvas.LineTo(xstrm,ystrm);
//2s
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Mode:=pmxor;
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Color:=clGray;
FMiddle.Image1.Canvas.Pen.Width:=2;
as2:=-2.7;
xstrm2:=round(440+rp*cos(as2));
ystrm2:=round(80-rp*sin(as2));
FMiddle.Image1.Canvas.MoveTo(440,80);
FMiddle.Image1.Canvas.LineTo(xstrm2,ystrm2);
//toplivo
Image2.Canvas.Pen.Mode:=pmxor;
Image2.Canvas.Pen.Color:=ClWhite;
Image2.Canvas.Pen.Width:=2;
Image2.Canvas.MoveTo(696,352); ....

```

Список литературы:

1. Козак Л.Г. Использование языка программирования для создания виртуального тренажера / Л.Г. Козак, Н.В.Зайцев // Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции, молодых ученых, посвященных 58-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос (12–13 апреля 2019 года) / КВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 80–84.
2. Козак Л.Г. Разработка прикладной программы «Авиаинструктор» / Л.Г. Козак, Н.В. Капитанов // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского» 18–19 декабря 2019 года / Министерство обороны Российской Федерации КВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 146–149.
3. Козак Л.Г. Разработка автоматизированной тренажной системы / Л.Г. Козак, Н.В. Капитанов // Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции, молодых ученых, посвященная 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос (8–9 апреля 2021 года) / КВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – С. 174–177.
4. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
5. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

УДК 621.793.71

**ГАЗОТЕРМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ И МЕТАЛЛИЗАЦИИ**



**GAS-THERMAL METHODS
OF COATING SPRAYING AND METALLIZATION**

Панков В.П.

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

Панков Д.В.

Министерство обороны РФ
kvvaul@mil.ru

Швецов А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Степанова М.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Коссой В.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Рассмотрены основные общие вопросы физико-химического взаимодействия металлических и керамических материалов при газотермическом напылении.

Ключевые слова: газотермическое напыление, керметы, оксиды, порошок, нагрев, распыление, структура, прочность сцепления, твердость, пористость, износостойкость.

Pankov V.P.

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

Pankov D.V.

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

Shvetsov A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kossoy V.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The main general issues of the physico-chemical interaction of metal and ceramic materials during gas-thermal spraying are considered.

Keywords: gas-thermal spraying, cer-mets, oxides, powder, heating, spraying, structure, adhesion strength, hardness, porosity, wear resistance.

Разностороннюю быстро развивающуюся область техники представляет нанесение покрытия из металлических, керамических и полимерных материалов методами газотермического напыления [1, 2, 3].

В дальнейшем исследовании ограничимся рассмотрением главным образом трех основных по типу применяемого источника нагрева методов газотермического напыления: газопламенного, электродугового и плазменного. Этими методами можно напылять покрытия практически из любых металлов и материалов (керамики, термопластов и др.) в виде проволоки, прутков (стержней), жилок или порошков (рис. 1–4).

Процессы газотермического напыления отличаются технологической простотой, несложностью, компактностью и транспортабельностью оборудования. Они позволяют регулировать в широких пределах физико-механические и другие свойства получаемых покрытий (прочность сцепления, твердость, пористость, износостойкость и т. д.) в зависимости от рода напыляемого материала, вида обработки поверхности изделия, режимов напыления [4, 5].

Общим для всех известных процессов получения напыленных покрытий является термическая обработка (нагрев) наносимого материала до пластического состояния или расплавления и направленное перемещение (перенос) частиц материала в дисперсной форме на обрабатываемую основу.

Поскольку перенос нагретых частиц, как правило, осуществляется газовой фазой (струей воздуха, плазменной струей и т.д.) или продуктами сгорания горючей смеси (при детонационном напылении), наиболее полно отражает природу процесса термин «газотермическое напыление».

Достижение конечной цели процесса газотермического напыления – получение покрытий с заданными свойствами – зависит от совокупности условий, определяемых составом и видом напыляемых материалов, взаимодействием их с окружающей средой, а также применяемой технологии и аппаратуры. Ниже рассмотрены основные общие вопросы физико-химического взаимодействия металлических и керамических материалов при газотермическом напылении.

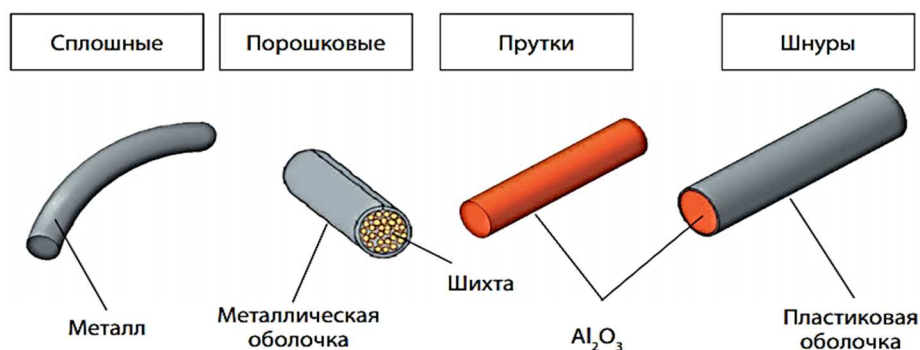


Рисунок 1 – Вид проволок для напыления различных типов

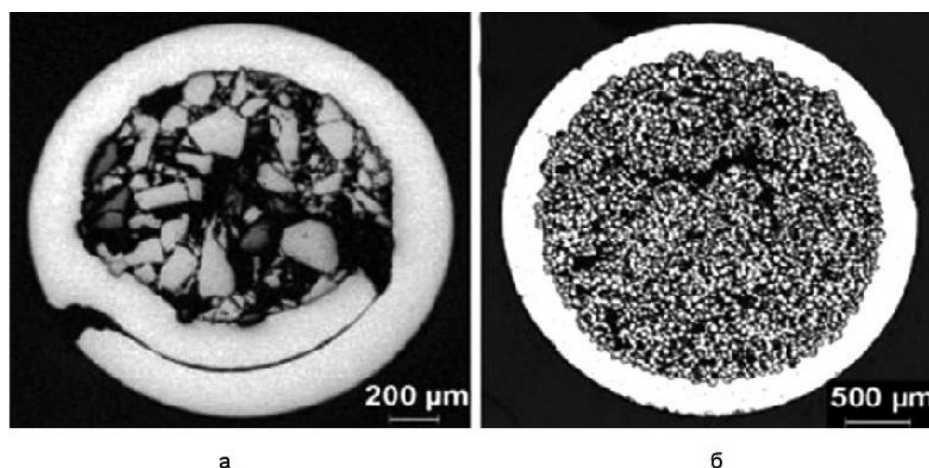


Рисунок 2 – Сечения распространенных видов порошковых проволок: а – закатанная проволока; б – трубчатая проволока

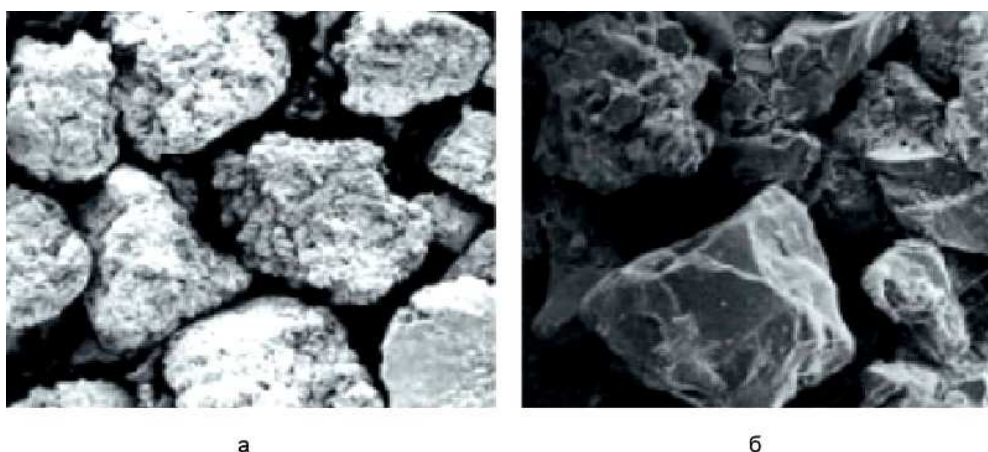


Рисунок 3 – Вид спекаемого и дробленого порошка: а – керметы; б – оксиды

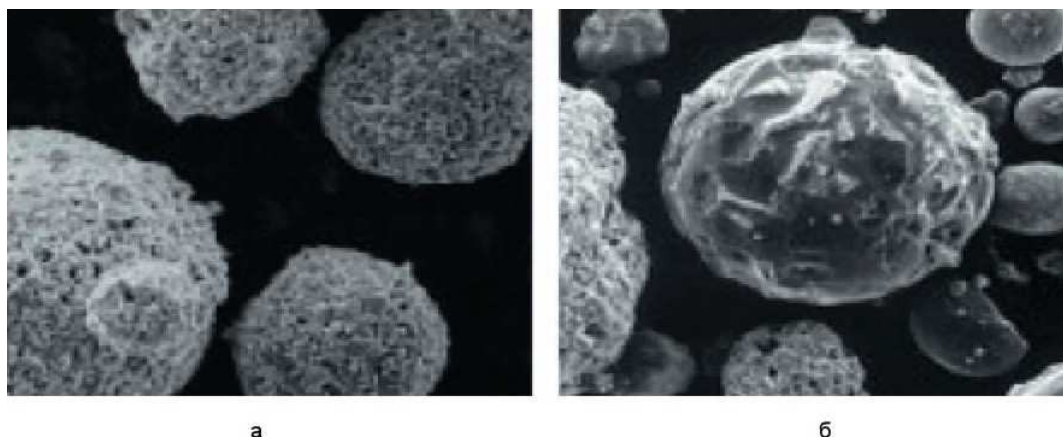


Рисунок 4 – Вид агломерированного порошка:
а – агломерированный и спеченый; б – агломерированный и сфероидизированный

Нагрев напыляемого материала [1, 2, 6, 7].

В зависимости от рода и вида напыляемого материала происходит его нагрев до температуры плавления (при использовании материала в виде проволоки, прутков, стержней, жилок) или оплавления (при использовании порошковых материалов из полимеров, керамики, окислов металлов и т. д.).

Важнейшие источники нагрева для расплавления (оплавления) напыляемого материала следующие (рис. 5):

- а) высокотемпературные струи нагретых газов – газокислородное пламя, газоздушное пламя или плазменная струя;
- б) независимый дуговой разряд между расходуемыми электродами-проволоками.

При газопламенном напылении покрытий условия, при которых происходит горение газокислородного пламени в распылительной головке, резко отличаются от условия горения в обычной сварочной горелке. Ввиду наличия обжимающей кольцевой струи сжатого воздуха горение на некотором участке происходит как бы в камере с ограниченным объемом при повышенном избыточном давлении (250–280 мм рт. ст. на выходе из воздушного сопла).

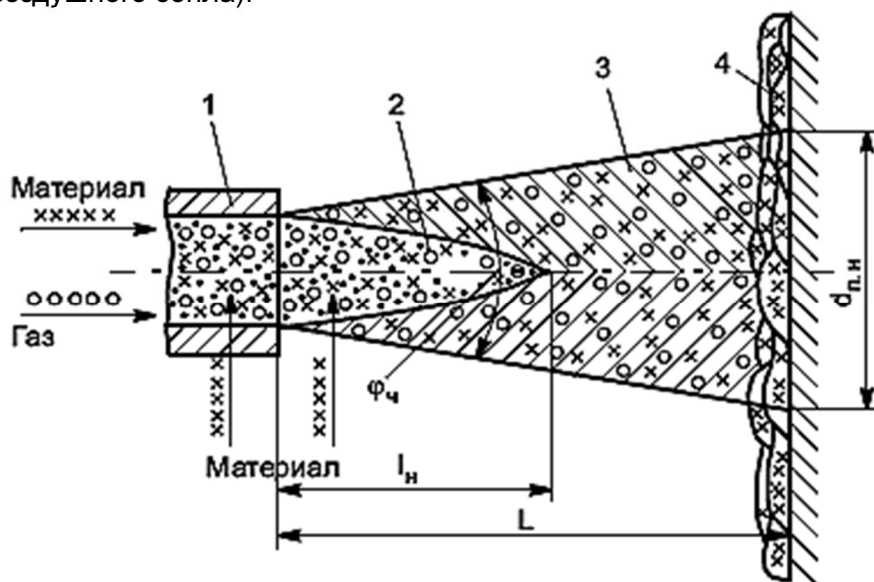


Рисунок 5 – Обобщенная схема процесса плазменного напыления покрытий (φ – угол расхождения струи): 1 – сопло-анод; 2 – ядро плазменной струи; 3 – основной участок плазменной струи; 4 – напыляемое покрытие

В результате повышенного давления продукты сгорания имеют более высокую температуру, приобретают большую скорость, интенсифицируют нагрев проволоки и участвуют в распылении расплавленного металла.

Термический к.п.д. нагрева проволоки распылительной головкой с дополнительным обжимным воздушным соплом составляет 0,18 по сравнению с 0,05 у распылительных головок без обжимного сопла. Соответственно повышается производительность нагрева примерно в 4 раза.

Изменение температуры пламени от возможного увеличения давления, при котором происходит горение, незначительно (–2 %). Расчетное значение температуры пламени при соотношении газов в смеси, равном 1,5, составляет $T_{пл} = 3177 \text{ }^\circ\text{C}$ (при абсолютном $p = 1,33 \text{ ат}$).

Для повышения коэффициента использования ацетилена целесообразно повышение давления горючего газа (ацетилена не ниже 0,6 ат.). Расход сжатого воздуха можно практически считать постоянным и равным $30 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Экспериментально установлено, что в зависимости от режима напыления скорость полета пластмассовых частиц диаметром 0,05–0,07 мм составляет 33–55 м/с, а продолжительность их полета не превышает 1,1–2,4 с. При этих условиях частицы полиэтилена нагреваются до температуры 80–140 $^\circ\text{C}$ газовым потоком, имеющим температуру в зависимости от давления сжатого воздуха 750–1200 $^\circ\text{C}$.

Величина коэффициента теплоотдачи a от газового потока к взвешенным в нем частицам является функцией критерия Рейнольдса, максимальное значение которого в данных условиях не превышает 11,8. Такое значение этого критерия и малые размеры частиц позволяют считать, что их прогревание во время полета происходит по всему сечению.

По мнению большинства исследователей, электрическая дуга, используемая в качестве источника нагрева металла при электродуговом напылении, в качественном отношении мало отличается от электрической дуги при сварке плавящимися электродами. Все аппараты для электродугового напыления имеют постоянную независимую скорость подачи электродов; в них использован принцип саморегулирования дуги. Для дуг переменного тока характерны чередующиеся этапы горения, угасания и повторного зажигания.

Дуги постоянного тока при правильно выбранном источнике питания и хорошей настройке распылительного аппарата характеризуются устойчивым горением без разрывов и коротких замыканий.

Исследования показали, что в процессе горения дуги происходят колебания тока и напряжения, обусловленные характером плавления электродов и воздействием воздушной струи. Колебания напряжения дуги представляют собой совокупность идентичных циклов со средней частотой 450 Гц. Сила тока колеблется примерно в противофазе относительно колебания напряжения. Каждый цикл можно разбить на три стадии. Первая стадия представляет собой взрывообразное удлинение дуги с большим выделением энергии в течение примерно 17 % времени всего цикла; вторая стадия – более или менее равномерное горение дуги с постепенным ее укорочением – длится около 70 % времени цикла; третья стадия характеризуется резким спадом напряжения и наблюдается в течение примерно 13 % времени цикла.

Таким образом, около 70 % цикла времени металл электродов плавится электрической дугой с напряжением, примерно равным его эффективному значению.

С увеличением напряжения частота циклов уменьшается, а при повышении скорости подачи электродов увеличивается. Кроме того, частота циклов зависит от материала электрода и угла их скрещивания. Условия зажигания дуги и устойчивость ее горения зависят от источника питания и оказывают значительное влияние на производительность и качество напыления материала, а также на коэффициент его использования.

Плазменная струя, так же как и газовое пламя, является конвективным теплообменным источником нагрева. Доля теплоты, передаваемая нагреваемому материалу, не превышает, как правило, 20 %. Эффективный к.п.д. нагрева плазменной струей растет с увеличением силы тока, напряжения и давления плазмообразующего газа. Коэффициент теплообмена между плазменной струей и металлом составляет порядка $10^{-2} - 10^{-1} \text{ Вт/см}^2 \text{ К}$.

Нагрев напыляемого материала при плазменном напылении зависит от его теплофизических свойств, тепловых и газодинамических характеристик плазменной струи,

а также рода плазмообразующего газа. В качестве последнего обычно используется азот или аргон при расходе 0,5–1,6 л/с. Реже применяются аргоно-водородные или аргоно-гелиевые смеси.

Тепловые характеристики плазменных струй различны и определяются энтальпией используемых газов, теплотой диссоциации молекул и скоростью плазменного потока. При напылении энтальпия плазменной струи находится в пределах $(2,5–3,8)10^4$ Дж/л. Для азота среднemasсовая температура струи составляет около 5800 К, если рассчитывать энтальпию как мощность дуги, отнесенную к расходу газа.

Температура плазменной струи при использовании аргона приблизительно в два раза выше. Соответственно скорость истечения плазменной струи, стабилизированной в потоке азота, примерно в 1,5–2 раза ниже скорости аргоновой плазменной струи.

Для повышения тепловой эффективности плазменной струи используют аргоно-водородные и аргоно-гелиевые смеси. Водород повышает энтальпию плазмы, но снижает стабильность ее истечения. Расход аргоно-водородной смеси не должен превышать примерно 2,5 л/с, так как больший расход водорода вызывает разрушение сопла и электрода.

Использование гелия вместо водорода позволяет получить при большом расходе газа очень высокую скорость истечения газа. К другим преимуществам аргоно-гелиевых смесей относятся меньшее содержание кислорода и возможность получения узкого конуса распыляемого материала.

Математическое моделирование процесса нагрева и плавления плакированного композиционного материала при его транспортировке в плазменной струе проводится на основе следующих соотношений: [8–13].

1 стадия – твёрдая фаза:

$$\begin{aligned} \sigma_1 \rho_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} &= \operatorname{div}(\lambda_1 \operatorname{grad} T_1), r \in [R, R_1] \\ c \rho \frac{\partial T}{\partial t} &= \operatorname{div}(\lambda_1 \operatorname{grad} T), r \in [0, R] \\ T_1(R, t) &= T(R, t), \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} = \lambda \frac{\partial T}{\partial r}, r = R, \\ \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} &= \alpha \left(\frac{H_{\Pi}}{c} - T_1 \right) - \varepsilon \sigma T_1^4, r = R_1, \\ \lambda \frac{\partial T}{\partial r} &= 0, r = 0, T(0, t) < \infty; T_1(r, 0) = T(r, 0) = T_0 \end{aligned}$$

2 стадия – плавление:

$$\begin{aligned} c_1^* \rho_1^* \frac{\partial T_1^*}{\partial t} &= \operatorname{div}(\lambda_1^* \operatorname{grad} T_1^*), r \in [R_1 - x(t), R_1], \\ c_1 \rho_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} &= \operatorname{div}(\lambda_1 \operatorname{grad} T_1), r \in [R, R_1 - x(t)], \\ c \rho \frac{\partial T}{\partial t} &= \operatorname{div}(\lambda_1 \operatorname{grad} T), r \in [0, R], \\ T_1(R, t) &= T(R, t), \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} = \lambda \frac{\partial T}{\partial r}, r = R, \\ T_1^*(R_1 - x(t), t) &= T_1(R_1 - x(t), t) = T_{\text{пл}}^{(1)}, \\ \lambda_1^* \frac{\partial T_1^*}{\partial r} - \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} &= L \rho_1 \frac{dx}{dt}, r = R_1 - x(t), \\ \lambda_1^* \frac{\partial T_1^*}{\partial r} &= \alpha^* \left(\frac{H_{\Pi}}{c} - T_1^* \right) - \varepsilon \sigma (T_1^*)^4, \\ r = R_1, \lambda \frac{\partial T}{\partial r} &= 0, r = 0, T(r, 0) = T_0(r), \\ T_1(r, 0) &= T_{1,0}(r); T(0, t) < \infty. \end{aligned}$$

Получены аналитические и численные решения, обеспечивающие оценку и управление тепловой напряжённостью и проплавлением многослойной плакированной частицы при ее транспортировке в плазменной струе.

Распыление напыляемого материала [1, 2, 3]

Термически подготовленный материал под воздействием газовой струи распыляется с образованием сформированного направленного потока дисперсных частиц.

При газопламенном напылении остывание частиц происходит более плавно, чем при электродуговом напылении. Даже при отсутствии перегрева процесс затвердевания частиц при первом способе длительнее вдвое, чем при электродуговой металллизации с перегревом частиц. При напылении теплопроводных материалов (стекла, пластмассы) ввиду более низких коэффициентов теплоотдачи достигнуть значительного нагрева частиц в газовом пламени затруднительно.

Нужно отметить, что в процессе образования и полета частиц происходит интенсивное взаимодействие их с плазмой или активными газами окружающей атмосферы.

Размер частиц зависит, прежде всего, от давления газов, факела пламени, скорости подачи проволоки, формы сопла и давления воздуха. При распылении стали и меди около 30 % всех частиц имеют размер меньше 50 мкм, 50 % – от 50 до 100 мкм и 15 % – свыше 100 мкм, вплоть до 400 мкм, а при распылении цинка и алюминия основная масса частиц (свыше 70 %) имеет размер 50 мкм.

Скорость полета частиц может меняться в достаточно широких пределах (от 15 до 1500 м/с) в зависимости от способа напыления, материала и размера частиц. Наименьшая скорость полета частиц характерна для способа газопламенного напыления порошкообразного материала. Так, например, скорость полета частиц окиси алюминия составляет 30–45 м/с, а частиц из алюминида никеля 20–35 м/с. При газопламенном напылении окислов металлов, спечённых в виде стержней, скорость полета частиц, замеренная на расстоянии 10 см от горелки, составляла 140–190 м/с. В зависимости от размеров частиц скорость их полета при газопламенном напылении материала в виде проволоки составляет 60–250 м/с. При плазменном напылении скорость частиц достигает 300 м/с, а при детонационном способе нанесения материала – 1500 м/с.

Заключительной стадией процесса распыления является удар частиц по подложке. Современные представления о кинетике развития ударных явлений показывают, что при ударе жидких частиц о твердую мишень кинетическая энергия заставляет их деформироваться и вызывает значительное давление в зоне соударения. Различают две составляющие этого давления: P_u – ударное давление, возникающее в результате гидравлического удара, и P_n – напорное давление, или динамическая составляющая. По своей абсолютной величине ударное давление на один или несколько порядков выше напорного давления и действует весьма кратковременно. Под воздействием ударного давления в месте контакта жидкость упруго деформируется и уже через 10^{-10} – 10^{-9} с в месте удара образуется тонкий слой диаметром, близким к диаметру частицы.

Затем частица равномерно деформируется под воздействием напорного давления, которое действует на протяжении всего времени деформации и затвердевания частиц. Длительность действия напорного давления на два-три порядка превышает длительность действия ударного давления (рис. 6).

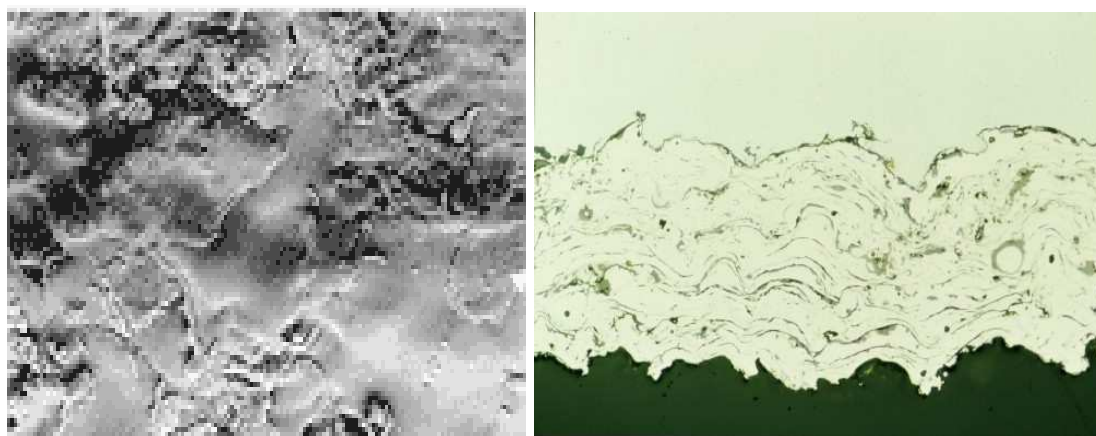


Рисунок 6 – Структура покрытия при плазменном напылении

Локальный нагрев подложки под частицей весьма интенсивен. Градиенты температуры достигают 105 °С/с. Интегральный нагрев подложки происходит под воздействием теплового потока нагретых частиц и источника нагрева (пламени, электриче-

ской дуги, плазмы). Наиболее сильный нагрев подложки происходит при плазменном и газопламенном напылении.

Протяженность глубины зоны термического влияния в конце стадии затвердевания обычно не превышает нескольких десятков микрон. Особенности тепловых условий образования покрытия определяют специфику структурных и металлургических изменений материала покрытия. Взаимодействие частицы с окружающей средой характеризуется поверхностной адсорбцией газов, растворением их в жидком металле и образованием пленок окислов. Одновременно протекают диффузионные процессы, усиливаемые конвективными потоками и механическим возмущением жидкого металла. Ввиду высокой температуры металлической частицы указывается на возможность протекания процессов избирательного окисления марганца, кремния и углерода при напылении стали. Благодаря повышенным скоростям охлаждения возможно появление пересыщенных растворов или выделение газов при кристаллизации в атмосферу (открытая пористость) или в микропустоты (изолированная пористость). Содержание газов в покрытии зависит от температуры процесса, наличия легирующих элементов в металле и парциального давления газа. Экспериментально доказано, что при электродуговом и плазменном напылении стали, алюминия и вольфрама содержание кислорода в покрытии почти на два порядка выше его содержания в исходном материале и превышает растворимость кислорода в нем. Этим обуславливается наличие тонкого слоя окислов на границах между частицами. Образование границ между слоями отличается более продолжительным контактом с атмосферой (на 3–5 порядков больше, чем при образовании границ между зернами). Толщина нанесенного за один проход слоя может достигать 50–1000 мкм. Благоприятные условия для адсорбции газов, появления микропустот и оседания пылевидных фракций существенно ухудшают свойства межслойной зоны покрытия. Связь между частицами основана на образовании сил когезии (сцепления) или химического взаимодействия. Прочность напыленных покрытий, как правило, невелика (50–500 кгс/см²), что обуславливается несколькими причинами, главными из которых являются следующие:

- низкий уровень когезии (связи между частицами) из-за макроструктуры покрытия; повышенная пористость, вызываемая незаполненными пустотами, образовавшимися при формировании покрытия из отдельных затвердевших частиц;
- наличие значительных остаточных напряжений в результате разницы теплофизических свойств материалов частицы и подложки;
- пониженная прочность приваривания (химического взаимодействия) отдельных участков вследствие дефектности их структуры и т.д.

В зависимости от соотношения между прочностями сцепления покрытия с подложкой и частицами в покрытии разрушение может быть адгезионным или когезионным. В большинстве случаев прочность самого покрытия определяется силами сцепления между частицами, а не прочностью самих частиц. С ростом толщины покрытия в нем накапливаются остаточные напряжения, и прочность покрытия падает.

Остаточные напряжения возникают в результате неравномерного нагрева и распределения наносимого материала в покрытии. Их уменьшают путем подбора материала подложки и покрытия с близкими коэффициентами теплового расширения, регулирования теплового режима нанесения покрытия (изменение тепловой мощности источника нагрева, скорости его перемещения, дистанции напыления и т.д.). В тех случаях, когда это возможно, целесообразно уменьшить модуль упругости материала покрытий.

Список литературы:

1. Панков В.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Технологические процессы производства и ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей : учеб. пособие / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, В.И. Табырца, А.А. Швецов Краснодарское ВВА-УЛ им. А.К.Серова. – Краснодар, 2020. – С. 328.
2. Панков В.П. Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.

3. Панков В.П. Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2-2(22). – С. 47–51.
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. Панков В.П. Исследование способов удаления покрытий с лопаток турбин газотурбинных двигателей / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 11(143). – С. 32–36.
7. Алгоритм определения ошибок ориентации подвижных ортогональных систем координат / И.П. Шепеть, В.П. Панков, Д.В. Бондаренко, Л.Н. Королькова // НаукаПарк. – 2015. – № 4 (34). – С. 89–93.
8. Степанов В.В. Планирование эксперимента при поиске эффективных условий протекания технологического процесса / В.В. Степанов, М.В. Степанова, Ю.А. Савицкий // 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. 279–283.
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 летчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С. 140–145.

УДК 621.315.5/6, 621.78

**НАПЫЛЕНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
И КОМБИНИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ**



SPRAYING OF PLASMA METAL AND COMBINED COATINGS

Панков В.П.

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

Панков Д.В.

Министерство обороны РФ
kvvaul@mil.ru

Швецов А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Степанова М.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Коссой В.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Целью исследований является рассмотрение основных методов напыления и распыления в вакууме; а также описание и работа установок, использующихся в данных методах. Получены аналитические и численные решения, обеспечивающие оценку и управление тепловой напряжённостью процесса напыления.

Ключевые слова: вакуумное напыление, резистивное напыление, индукционное напыление, электронно-лучевое напыление, лазерное напыление.

Pankov V.P.

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

Pankov D.V.

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

Shvetsov A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kossoy V.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The purpose of the research is to consider the main methods of spraying and spraying in vacuum; as well as the description and operation of the installations used in these methods. Analytical and numerical solutions are obtained that provide assessment and control of the thermal intensity of the spraying process.

Keywords: vacuum spraying, resistive spraying, induction spraying, electron beam spraying, laser spraying.

Получение высококачественных и воспроизводимых по электрофизическим параметрам тонкопленочных слоев является одним из важнейших технологических процессов [1, 2].

Целью исследований является рассмотрение основных методов напыления и распыления в вакууме; физико-химических процессов, а также описание и работа установок, использующихся в данных методах [3, 4, 5, 6].

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. 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. Такой процесс называется сублимацией (1).

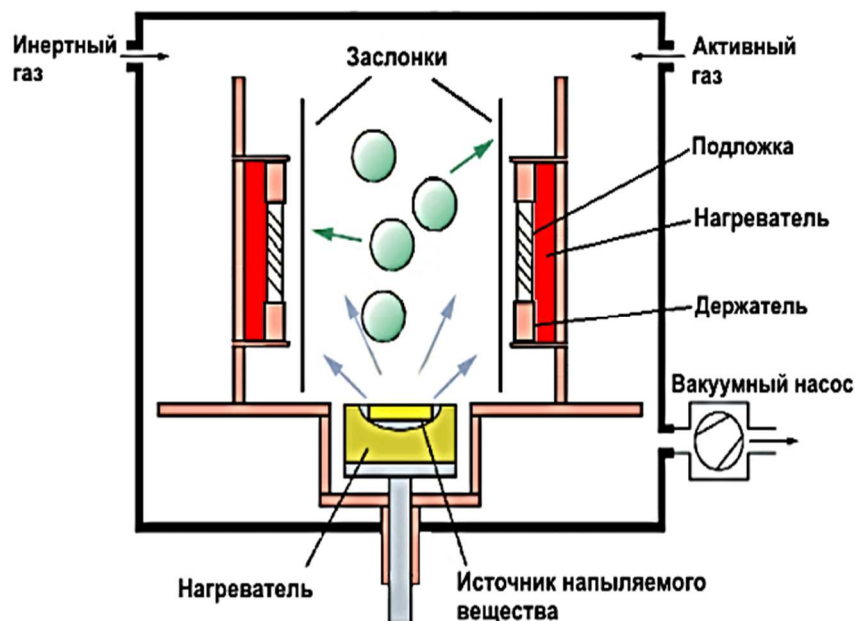


Рисунок 1 – Схема установки вакуумного напыления

Процесс термического вакуумного напыления характеризуется температурой на испарителе t° и с, давлением воздуха в рабочей камере P_0 , температурой нагрева подложек t° п. Температура нагрева вещества в испарителе t° ис должна обеспечивать достаточно высокую интенсивность испарения, чтобы время напыления пленки не превышало 1–2 мин.

Оптимальной интенсивностью испарения принято считать интенсивность, при которой упругость пара составляет $\sim 1,3$ Па. Так, для алюминия она равна 1150°C , для хрома – 1205°C , для меди – 1273°C , для золота – 1465°C и т.д. Перечисленные условия обеспечиваются при остаточном давлении $P = 10^{-4}$ Па. Такой вакуум сравнительно легко достигается с помощью форвакуумного механического и высоковакуумного диффузионного насосов, включённых последовательно. Температура подложки в процессе осаждения оказывает существенное влияние на структуру плёнки, а следовательно, и на стабильность её электрофизических свойств в процессе эксплуатации.

Атомы вещества поступают на подложку с энергией kT ($k = 8,63 \times 10^{-5}$ эВ – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура) и скоростями порядка 1000 м/с.

Итак, для формирования тонких плёнок, стабильных в процессе эксплуатации, необходимо подложку нагревать и не форсировать процесс напыления за счёт повышения температуры на испарителе.

Основными достоинствами этого метода генерации являются:

- возможность нанесения плёнок металлов (в том числе тугоплавких), сплавов, полупроводниковых соединений и диэлектрических плёнок;
- 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.

Резистивное напыление.

В резистивных испарителях тепловая энергия для нагрева испаряемого вещества образуется за счет выделения джоулева тепла при прохождении электрического тока через нагреватель.

Для нанесения покрытий резистивным методом применяются различные конструкции и способы испарения металлов и сплавов. Наиболее широко используются

проволочные, ленточные, тигельные и автотигельные испарители дискретного действия.

Проволочные испарители, основное достоинство которых заключается в простоте устройства и высокой экономичности, изготавливаются из проволоки тугоплавких металлов (W, Mo, Ta) и выпускаются самых разнообразных форм: в виде петли, цилиндрической спирали, конической спирали, V-образной формы и др. Применяются для испарения веществ, которые смачивают материал нагревателя. При этом расплавленное вещество силами поверхностного натяжения удерживается в виде капли на проволочном нагревателе. Применяемая проволока (обычно диаметром от 0,5 до 1,5 мм) должна иметь по всей длине одинаковое сечение, иначе из-за местных перегревов будет нарушена равномерность получаемого слоя и, кроме того, проволока быстро перегорит. При хорошем смачивании материала нагревателя испаряемым металлом всегда имеет место более или менее активное взаимодействие между ними, что в конечном свете приводит к разрушению испарителя и снижению чистоты наносимого покрытия.

Ленточные испарители изготавливаются из тонких листов тугоплавких металлов и имеют специальные углубления (в виде желобков, лодочек, чашек или коробочек), в которых размещается испаряемый материал. Они применяются для испарения порошковых материалов и неорганических соединений. Эти испарители, так же как и проволочные, просты по конструкции, но по сравнению с последними потребляют большую мощность вследствие значительных потерь на тепловое излучение. Ленточные испарители имеют большую направленность испарения, и практически предельно возможная область испарения их ограничена телесным углом 2 π.

Тигельные испарители могут применяться для испарения материалов, не вступающих в реакцию с материалом тигля и не образующих с ним сплавов. Они изготавливаются из тугоплавких металлов (W, Mo, Ta) из окислов металлов (Al_2O_3 , BeO, ZrO_2 , ThO_2 и др.) и графита. Для осаждения материалов с низкой температурой испарения можно также использовать тигли из тугоплавкого стекла и кварца. Тигли из окиси алюминия используются для металлов, температура испарения которых ниже 1600 °C (Cu, Mn, Fe, Sn); тигли из окиси бериллия могут быть использованы до температуры 1750 °C, окиси тория – до 2200 оC. При испарении материалов при температурах порядка 2500 °C применяются тигли из графита. Однако многие материалы при высоких температурах реагируют с углеродом с образованием карбидов и поэтому не могут быть испарены из таких тиглей (например Al, Si, Ti). Из графитовых испарителей эффективно испаряются Be, Ag, Sr. Многие окислы активно восстанавливаются углеродом, что дает возможность очищать металлы с помощью графитовых тиглей.

Для испарения сплавов и веществ сложного состава (например, металлокерамических смесей), которые состоят из компонентов с резко отличными скоростями испарения, применяются поверхностные испарители дискретного действия. В них используется метод взрывного испарения. Температура поверхности испарителя, на которую падают мелкодисперсные частицы, выбирается такой, чтобы все падающие частицы сложного вещества мгновенно испарялись. Подача мелкодисперсных частиц на раскаленную поверхность производится со скоростью, равной скорости испарения частиц этого вещества, что обеспечивает получение пленок требуемого состава.

Широкое распространение получают так называемые автотигельные испарители, в которых капля или ванна расплавленного металла соприкасается с тем же металлом, находящимся в твердом состоянии. Такой способ позволяет получать покрытия высокой чистоты.

Методу резистивного испарения присущи недостатки, значительно снижающие область его использования. К числу основных недостатков метода следует отнести отсутствие заметной ионизации паров испаряемого материала, трудности управления основными параметрами потока, высокую инерционность испарителей.

Индукционное напыление.

Для устранения нежелательных последствий, связанных с взаимодействием между испаряемым веществом и испарителем, и получения покрытий высокой чистоты используется индукционное испарение (рис. 2).

При плавлении масса металла под действием сил электромагнитного поля, создаваемого катушкой, поднимается таким образом, что поверхность соприкосновения нагретого до высокой температуры металла с тиглем оказывается минимальной. В ре-

зультате происходит ослабление химических реакций между испаряемым металлом и тиглем.

К недостаткам индукционного метода нагрева следует отнести невозможность непосредственного испарения диэлектриков и необходимость использования специальных индукторов для испарения различных металлов, а также низкий КПД установки.

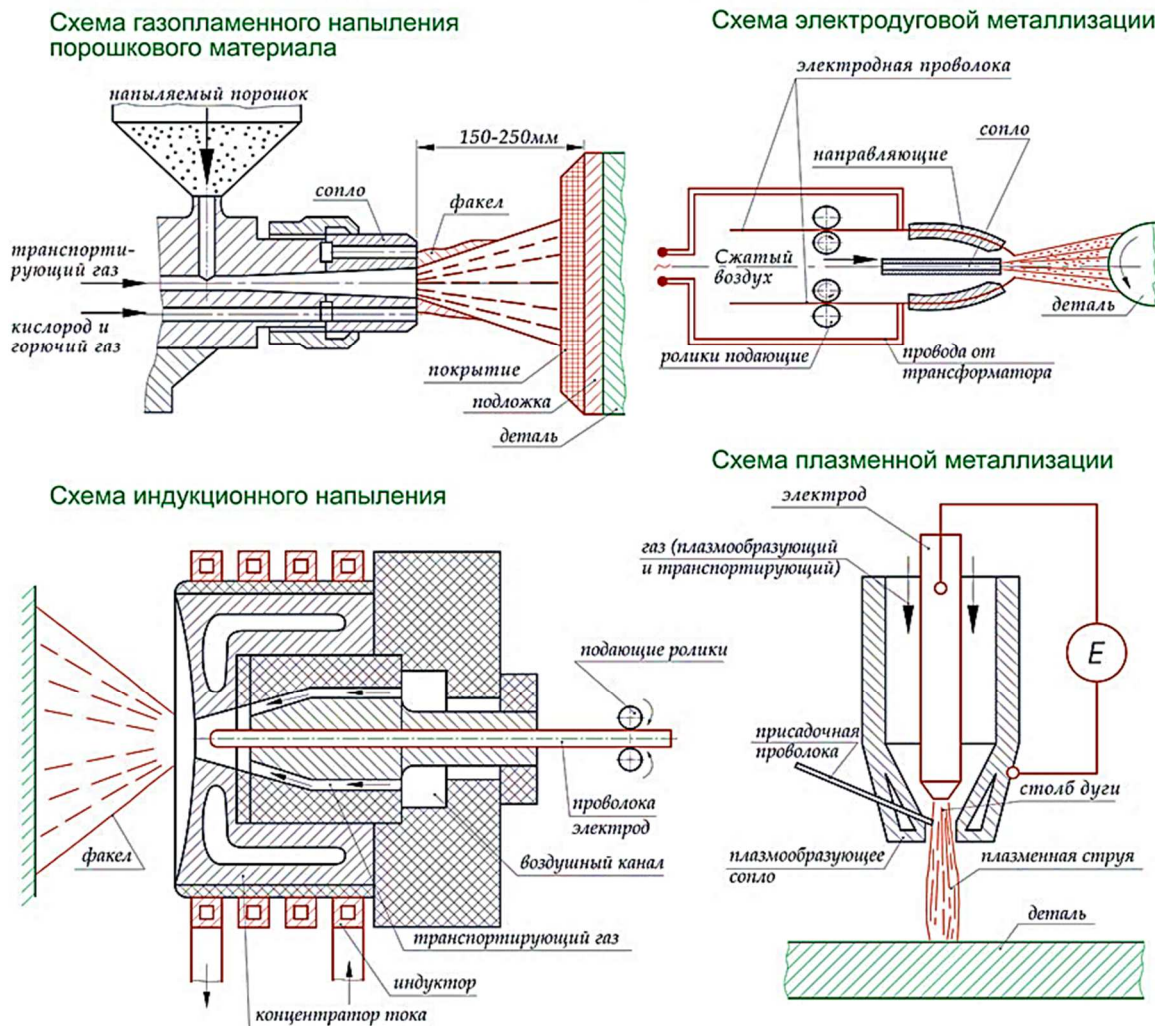


Рисунок 2 – Виды металлизации

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 5×10^8 Вт/см²) и высокую температуру, что обеспечивает возможность испарения с большой скоростью даже самых тугоплавких материалов.

Быстрое перемещение нагретой зоны в результате отклонения потока электронов, возможность регулирования и контроля мощности нагрева и скорости осаждения создают предпосылки для автоматического управления процессом. Метод позволяет получить высокую чистоту и однородность осаждаемой пленки, поскольку реализуется автотигельное испарение материала (рис. 3).

Принцип действия электронно-лучевого испарителя следующий. В электронной пушке происходит эмиссия свободных электронов с поверхности катода и формирование их в пучок под действием ускоряющих и фокусирующих электростатических и магнитных полей.

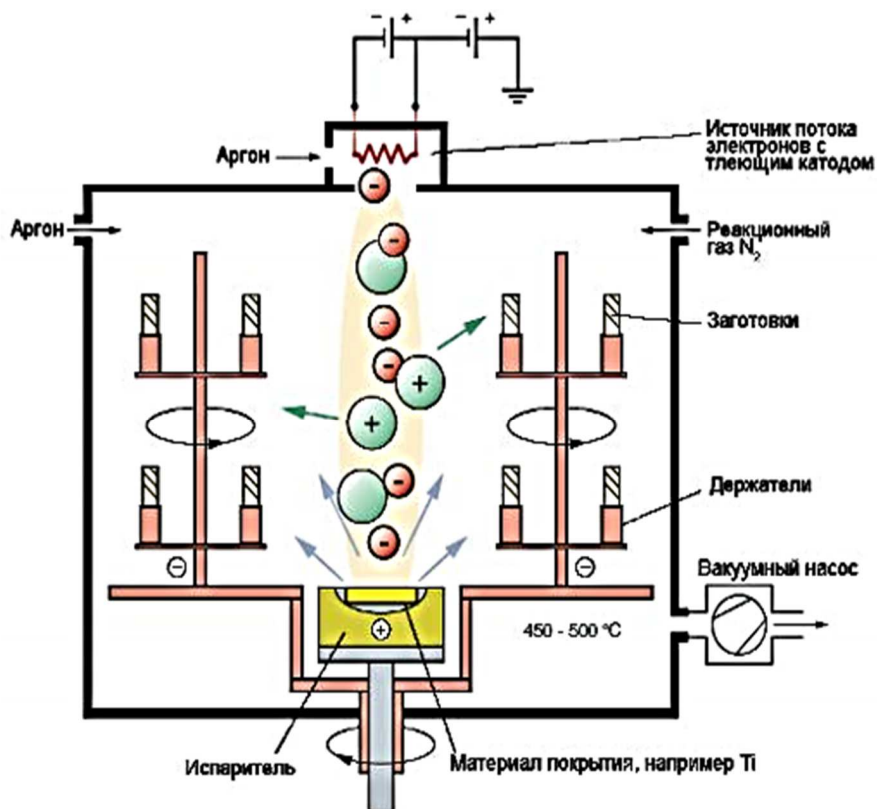


Рисунок 3 – Схема распыления электронным лучом

Через выходное отверстие пушки пучок выводится в рабочую камеру. Для проведения электронного пучка к тиглю с испаряемым материалом и обеспечения параметров пучка, требуемых для данного технологического процесса, 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. Испарительное устройство дополняют средствами измерения и контроля, которые особенно важны для управления электронным пучком в процессе напыления.

Основные параметры, достижимые в электронно-лучевых испарителях: мощность – 10^4 – 10^5 Вт/см²; удельная скорость испарения – 2×10^{-3} – 2×10^{-2} г / (см²·с); эффективность процесса испарения (по меди) – 3×10^{-6} г/Дж; энергия генерируемых частиц – 0,1–0,3 эВ; скорость осаждения частиц на подложке – 10–60 нм/с.

В простейшем случае электронный пучок направляют на исправляемый материал сверху отвесно или под косым углом к поверхности. При этом для обеспечения фокусировки пучка и получения требуемой удельной мощности на поверхности испаряемого материала используют длиннофокусные генераторы электронных пучков. Существенными недостатками такого расположения являются возможность образования пленок на деталях электронно-оптической системы, что приводит к изменению параметров электронного луча, и ограничение полезной площади для размещения подложки из-за затенения части технологической камеры пушкой. Указанных недостатков можно избежать, размещая пушку горизонтально и отклоняя электронный пучок на испаряемый материал с помощью различных систем, обеспечивающих поворот пучка на угол до 270°.

К недостаткам метода электронно-лучевого испарения следует отнести:

- 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;
- генерацию радиационных дефектов в наносимых тонких пленках при бомбардировке их вторичными электронами;
- отсутствие заметной ионизации потока осаждаемого вещества;
- плохую адгезию тонких пленок к основе вследствие низкой энергии осаждаемых частиц.

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. 4). Нанесение пленок с помощью лазера возможно благодаря следующим свойствам луча: точной фокусировке излучения и дозировке его энергии, высокой плотности потока энергии (108–1010 Дж/см²).

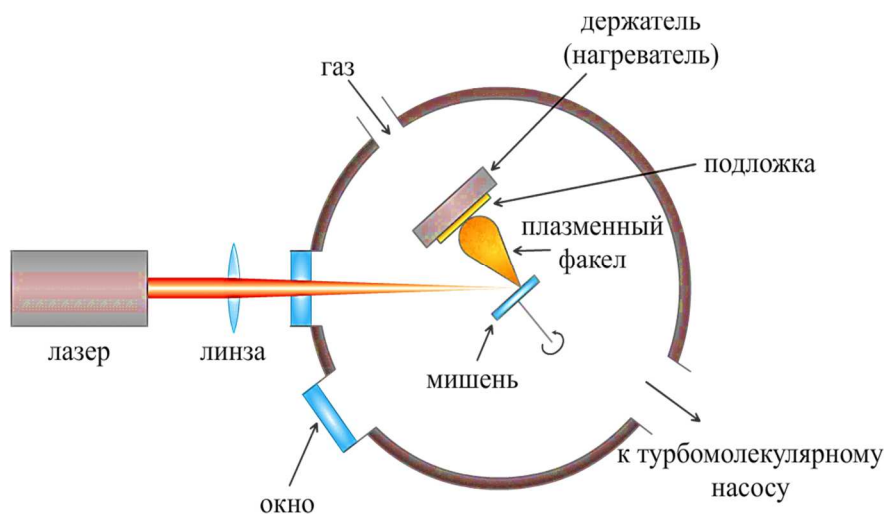


Рисунок 4 – Лазерное напыление

Основными достоинствами метода импульсного лазерного напыления (ИЛН) являются:

- предельно чистые условия вакуумного испарения (источник энергии для испарения вещества находится вне вакуумного объема, испарение производится из «собственного тигля»);
- возможность получения пленок самых тугоплавких материалов и сохранения стехиометрического состава многокомпонентных соединений (высокая плотность потока энергии лазерного излучения и его малая длительность позволяют достичь высоких температур – до десятков тысяч градусов, при которых все компоненты испаряются в одинаковой мере);
- высокая мгновенная скорость напыления и реализуемый беззародышевый механизм роста пленки, которые обеспечивают сплошность слоев при толщине, близкой к мономолекулярной. Это позволяет использовать метод для получения ультратонких пленок и сверхрешеток;
- использование только низкоэнергетической части плазмы, что способствует получению бездефектных пленок, близких по своим параметрам к пленкам, получаемым методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ).

Импульсный лазер – очень удачная разновидность испарителя для МЛЭ, поэтому лазерное напыление может органически вписываться в аппаратуру метода МЛЭ. Стабильность наносимых за 1 импульс слоев толщиной 0,1–10,0 Å/имп позволяет программировать напыление пленок строго контролируемой толщины.

В настоящее время для ИЛН применяются мощные газовые лазеры на СО₂ (λ = 10,6 мкм) или твердотельные рубиновые (λ = 0,6943 мкм) и неодимовые (λ = 1,06 мкм) лазеры. Для испарения диэлектриков рекомендуется применять СО₂-лазеры, поскольку диэлектрики лучше поглощают длинноволновое излучение. Наилучшие результаты по

получению тонких и ультратонких пленок, особенно пленок соединений, получены с помощью неодимовых лазеров.

Для обеспечения лучшей воспроизводимости свойств пленок и осуществления контроля, управления и автоматизации технологического процесса используют метод частотного ИЛН, который заключается в последовательном нанесении пленки в вакууме небольшими порциями (менее монослоя за 1 импульс), следующими друг за другом с определенной частотой. Для металлов и сплавов оптимальным оказался режим $f = 50$ Гц, $\tau = 10$ нс, выделяемая на поверхности мишени мощность $q = 5 \times 10^8 - 5 \times 10^9$ Вт/см², а для полупроводников и диэлектриков – 10 кГц, 200 нс и $10^7 - 10^8$ Вт/см² соответственно.

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 осажденного слоя – является режим работы ОКГ. Так, режим СИ (секундный импульс) позволяет испарять без диссоциации даже сложные органические соединения, МИ (миллисекундный импульс) дает поровую фазу с разнообразным набором молекулярных фрагментов-комплексов, в режиме НИ (наносекундный импульс) достигаются очень высокие температуры – до десятков тысяч градусов, что приводит к полной диссоциации пара и его сильной ионизации. Импульсные ОКГ используются как правило в режимах МИ ($q = 10^6 - 10^7$ Вт/см²) и НИ ($q \geq 10^9$ Вт/см²). Электронномикроскопически было установлено, что пленки, полученные в режиме МИ ($q = 5 \times 10^6$ Вт/см²), однородны по толщине, тогда как НИ-конденсаты ($q = 10^8 - 10^9$ Вт/см²) независимо от материала пленки, подложки и толщины пленки обнаруживали «шероховатость» с характерным размером ~ 50 нм.

Испарения вещества импульсным ОКГ происходит в существенно неравновесных условиях, при интенсивных механических воздействиях, вызванных термическими напряжениями, ударными волнами, газовым давлением и т.д. В результате разрушения мишени одновременно с паром или плазмой образуются твердые и жидкие микрочастицы, имеющие скорость разлета, близкую к скорости парового сгустка, и вызывающие появление микродефектов в конденсируемой пленке, так называемого брызгового эффекта. Для уменьшения брызгового эффекта можно использовать различные приемы: применение порошковой мишени с последующей дегазацией, медленное (от импульса к импульсу) или скоростное (за время одного импульса) сканирование.

Математическое моделирование процесса напыления покрытий осуществляется за счёт представления теплового воздействия плазменной струи в виде [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]:

$$q(t) = \sum_{n=1}^N q_n(t) \{ \theta[t - (n-1)t_1] - \theta[t - (n-1)t_1 - t_2] \}$$

$$q_n(t) = q_{2.0} \exp \{ -kV^2 [t - (n-1)t_1 - 0.5t_2]^2 \}$$

кинетика наращивания покрытия описывается соотношениями:

$$\frac{d\delta}{dt} = V_z(t) \{ \theta[t - (n-1)t_1] - \theta[t - (n-1)t_1 - t_2] \},$$

$$\delta(t) = \begin{cases} n-1 \delta_0 + \int_{(n-1)t_1}^t V_z(\tau) d\tau, \tau \in (n-1)t_1, (n-1)t_1 + t_2 \\ n\delta_0, t \in [(n-1)t_1 + t_2, nt_1] \end{cases}$$

$\delta_0 = \int_0^{t_2} V_z(\tau) d\tau$ – толщина покрытия после прохода плазмотрона; n – количество проходов плазмотрона; $\theta(t)$ – асимметрическая единичная функция;

$$t_2 = d_H / V.$$

При нанесении покрытий на наклонные поверхности потока двухфазной плазменной струи описывается нормальным распределением Гаусса:

$$(x=0, y, z) q = \frac{N}{2\pi\sigma^2} \exp \left\{ -\frac{z^2+y^2}{2\sigma^2} \right\}$$

и принимает следующий вид:

$$(x = l, y, z) \quad q = \frac{N}{2\pi\sigma^2\sigma_y} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\left(\frac{z'}{\sigma_z} \right)^2 + \left(\frac{y'}{\sigma_y} \right)^2 \right] \right\}$$

$$\sigma_{z'} = \frac{\sigma}{\cos\gamma} \left(1 + \frac{z'}{l} \sin\gamma \right), \sigma_y = \sigma \left(1 + \frac{z'}{l} \sin\gamma \right).$$

Математическое моделирование процесса нагрева при нанесении покрытий на цилиндрические изделия проводится на основе следующих соотношений:

$$\frac{1}{a_i^2} \frac{\partial T_i}{\partial t} = \frac{\partial^2 T_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T_i}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T_i}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 T_i}{\partial z^2},$$

$i = 1$ – покрытие, $i = 2$ – основа:

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r}, T_1 = T_2, r = R; \frac{\partial T_1}{\partial z} = 0, z = 0, z = H$$

$$\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial r} = \alpha_2 (T_{\text{ср.2}} - T_2),$$

$$r = R_2, T_i(r, z, \varphi, t) = T_i(r, z, \varphi + 2\pi, t),$$

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} = -q(z, \varphi, t); r = R_1$$

$$q(z, \varphi, t) = \frac{N}{2\pi\sigma_z\sigma_\varphi} \exp \left\{ -\left(\frac{z-Vt}{4\sigma_z} \right)^2 + \left(\frac{R(\varphi-\omega t)}{4\sigma_\varphi} \right)^2 \right\}$$

$$\sigma_z = \frac{\sigma_0}{\cos\gamma} \left(1 + \frac{z-Vt}{l} \sin\gamma \right), \sigma_\varphi = \sigma_0 \left(1 + \frac{z-Vt}{l} \sin\gamma \right),$$

$$T_i(r, z, \varphi, 0) = T_0.$$

Получены аналитические и численные решения, обеспечивающие оценку и управление тепловой напряжённостью процесса напыления подвижными источниками тепла на поверхности при произвольном угле падения плазменной струи.

Список литературы:

1. Панков В.П. *Материаловедение и технология конструкционных материалов. Технологические процессы производства и ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей* : учеб. пособие / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, В.И. Табырца, А.А. Швецов; Краснодарское ВВАУЛ им. А.К.Серова. – Краснодар, 2020. – С. 328.
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. *Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна* / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.
4. Панков В.П. *Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению* / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2-2(22). – С. 47–51.
5. *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.
6. *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.
7. Панков В.П. *Исследование способов удаления покрытий с лопаток турбин газотурбинных двигателей* / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 11(143). – С. 32–36.
8. *Алгоритм определения ошибок ориентации подвижных ортогональных систем координат* / И.П. Шепеть, В.П. Панков, Д.В. Бондаренко, Л.Н. Королькова // НаукаПарк. – 2015. – № 4(34). – С. 89–93.
9. Степанов В.В. *Планирование эксперимента при поиске эффективных условий протекания технологического процесса* / В.В. Степанов, М.В. Степанова, Ю.А. Савицкий // 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. 279–283.
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 летчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С. 140–145.
 11. 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.
 12. Степанов В.В. Применение технологии экспертной системы при построении интеллектуальных систем поддержки принятия решений / В.В. Степанов, К.М. Липин, М.В. Степанова // В сборнике: VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 57-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2018. – С. 150–155.
 13. To the questions of finding the optimal power loss electric networks based upon solutions of transport problems by the potential method / V.N. Laptev, V.V. Stepanov, V.A. Atroschenko, Y.A. Kabankov, M.V. Stepanova // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 120. – № 6. – С. 1.

**АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОРЕЖИМНЫХ СИСТЕМ
С НЕЛИНЕЙНЫМИ ЗАКОНАМИ УПРАВЛЕНИЯ**



**STABILITY ANALYSIS OF MULTI-MODE SYSTEMS
WITH NONLINEAR CONTROL LAWS**

Шахрай Е.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Для нелинейной системы с аппроксимирующей функцией управления получена осредняющая прямая, расположение которой подтверждает достаточные условия устойчивости системы. Сопоставительный анализ переходных процессов в исходной нелинейной системе и в системе с аппроксимирующим управлением позволил сделать вывод о том, что существование осредняющей прямой и ее расположение в секторе, заданном исходной релейной системой с зоной нечувствительности, является необходимым и достаточным условием устойчивости системы с аппроксимирующим управлением. В основе данного вывода использована эквивалентность результатов, получаемых при линеаризации нелинейных характеристик с помощью идеи вибролинеаризации и с помощью аппроксимации этих характеристик непрерывными нелинейными функциями.

Ключевые слова: нелинейная система, аппроксимирующая функция осредняющая прямая, устойчивость.

Shakhray E.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. For a nonlinear system with an approximating control function, an averaging line is obtained, the location of which confirms sufficient conditions for the stability of the system. A comparative analysis of transients in the initial nonlinear system and in the system with approximating control allowed us to conclude that the existence of an averaging line and its location in the sector specified by the initial relay system with a dead zone is a necessary and sufficient condition for the stability of the system with approximating control. This conclusion is based on the equivalence of the results obtained by linearization of nonlinear characteristics using the idea of vibrolinearization and by approximation of these characteristics by continuous nonlinear functions.

Keywords: nonlinear system, approximating function, averaging line, stability.

Обеспечение устойчивости является одним из основных требований, которому должна удовлетворять любая система управления. Поэтому проблема анализа устойчивости управляемых систем занимает одно из центральных мест в теории и практике автоматического управления. Однако при анализе нелинейных систем, невозможно однозначно говорить о необходимости и достаточности условий устойчивости, поскольку часто выполняются только условия необходимости, а критерий достаточности остается не в полной мере доказан. Исходя из этого, проблема устойчивости систем, связанная с реализацией нелинейных законов управления на основе аппроксимирующих функций, особенно актуальна для многорежимных систем, в которых требования к качеству переходных процессов в различных режимах неодинаковы. Требуемые свойства в различных режимах могут быть достигнуты с помощью изменения структуры и параметров алгоритма управления системы [1, 2, 3]. Эти изменения можно формировать, используя для коэффициентов алгоритма управления в общем виде следующую зависимость:

$$K_i = F_i(\varepsilon, \dot{\varepsilon}, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \text{sign}[(\varepsilon + c \times \dot{\varepsilon}) \times \varepsilon], \text{sign} \varepsilon \times \dot{\varepsilon}), \quad (1)$$

где $\varepsilon, \dot{\varepsilon}$ – ошибка и ее производная; c – коэффициент настройки; sign – функция знака.

При синтезе многорежимной системы с нелинейным законом управления требуемое качество процессов в переходных и установившихся режимах, как видно из (1), можно обеспечить при различных комбинациях информации об ошибке и ее производной, по знаку их произведения и линейной комбинации. При этом следует исключить кусочно-линейную аппроксимацию, при которой возможно появление разрывных и импульсных составляющих, соответствующих моментам переключения и нарушающих гладкость протекающих процессов. Использование аппроксимирующих зависимостей в

законе управления позволяет исключить появление разрывных и импульсных составляющих, возникающих в моменты переключения управлений. Причем определение моментов переключения для процесса корректировки параметров нелинейных законов в многорежимной САУ с аппроксимирующим управлением не требуется [4].

Таким образом, применяя аппроксимацию нелинейностей, можно преодолеть известное из линейной теории противоречие между требованиями точности и быстродействия в многорежимных САУ, а также исключить при больших отклонениях частые воздействия максимальных регулирующих воздействий на исполнительные устройства. В данной работе рассмотрена задача анализа устойчивости нелинейной системы с аппроксимирующим управлением в следующей постановке. Предполагается, что известен нелинейный закон управления, обеспечивающий устойчивость системы в секторе, определенном коэффициентами этого закона управления, причем аппроксимирующая характеристика системы находится в данном секторе. Для этого осуществлен выбор функциональной зависимости из (1) с учетом требований реализуемых режимов в системе и возможностей получения достоверной информации о производной при наличии помех. В данной работе проанализирован аппроксимирующий закон управления в виде линейной комбинации ошибки (ϵ) и кубической нелинейности (ϵ^3).

Подобное соотношение характерно на практике, например, для асинхронного двигателя, когда угловая скорость движения выходного вала невелика и представляет собой связь момента на валу с угловой скоростью [5]. При этом зависимость в виде суммы ошибки и кубической нелинейности может быть осреднена линейной с коэффициентом усиления по скорости. Наличие такой усредненной характеристики позволяет установить, что область применения каждого из выбранных вариантов аппроксимирующих зависимостей из (1) не приводит к нарушению устойчивости состояния системы. Это положение сформулировано в виде следующего утверждения.

Утверждение. Если исходная система с нелинейным законом управления устойчива, то система с законом управления, аппроксимирующим нелинейный закон управления исходной системы, является также устойчивой.

В основе данного утверждения лежит эквивалентность результатов, получаемых при линеаризации нелинейных характеристик с помощью идеи вибролинеаризации [6] и аппроксимации этих характеристик непрерывными нелинейными функциями [7]. Заменяя релейную функцию аппроксимирующей, получаем модель прохождения внешних медленных по сравнению с автоколебаниями сигналов через релейную систему, которая оказывается близкой к линейной, благодаря так называемому эффекту вибрационного сглаживания нелинейностей [8].

Пусть для системы с выбранным законом управления на основе функции имеется однозначная нелинейность $F(\epsilon)$, вытекающая из (1). Возможны два случая расположения характеристики $F(\epsilon)$: первый – нелинейная характеристика расположена в секторе $[0, \lambda_m]$, как, например, на рисунке 1, второй – в секторе $[\lambda_0, \lambda_m]$, как на рисунке 2.

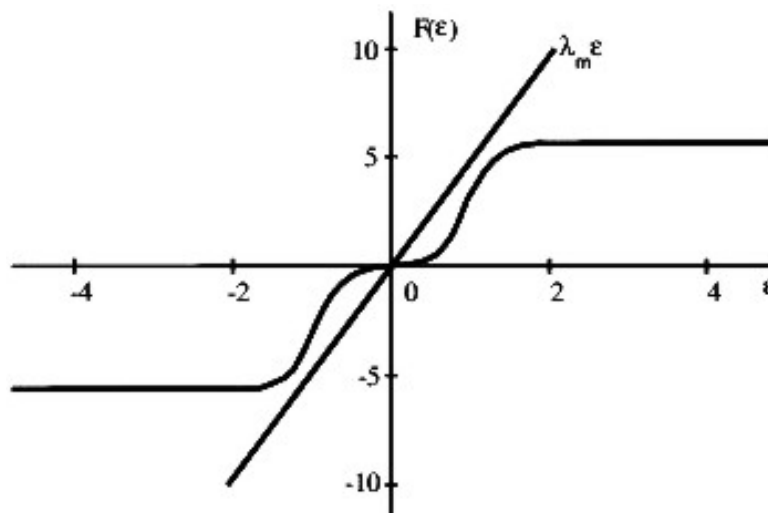


Рисунок 1 – Нелинейная характеристика $F(\epsilon)$, расположенная в секторе $[0, \lambda_m]$

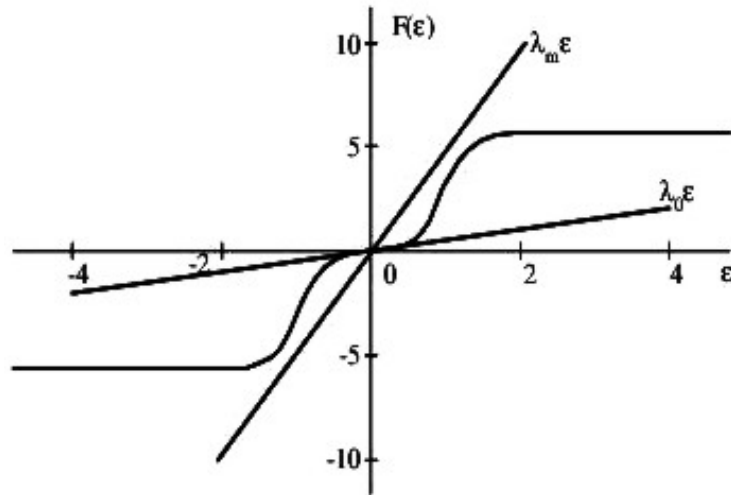


Рисунок 2 – Нелинейная характеристика $F(\varepsilon)$, расположенная в секторе $[\lambda_0, \lambda_m]$

Для системы с подобным расположением нелинейной характеристики достаточные условия абсолютной устойчивости дает критерий В.М. Попова [6]. Задача обеспечения такого расположения аппроксимирующей характеристики $F(\varepsilon)$ сводится к проверке расположения осредняющей прямой в первом случае, либо расположения прямой – касательной к $F(\varepsilon)$ в секторе $[\lambda_0, \lambda_m]$ во втором случае. По сути дела наличие такого расположения прямой – это процесс подтверждения области существования устойчивых переходных процессов в системе с аппроксимирующей характеристикой. Границами области будут прямые линии, касающиеся ветвей границы.

Рассмотрим непрерывную аппроксимирующую характеристику в виде кубической нелинейности (рис. 3):

$$F(\varepsilon) = \alpha \cdot \varepsilon + \beta \cdot \varepsilon^3, \quad (2)$$

где α, β – коэффициенты ($\alpha, \beta = \text{const}$).

Вычислим коэффициент гармонической линеаризации для кубической нелинейности (1) при симметричных колебаниях $\varepsilon = a \cdot \sin \psi$. Так как нелинейность $F(\varepsilon)$ однозначна, то согласно [8], получаем:

$$F(\varepsilon) = q(a) \cdot \varepsilon, \quad (3)$$

причем при $\varepsilon = a \cdot \sin \psi$ и $F(a \cdot \sin \psi) = \alpha \cdot a \cdot \sin \psi + \beta \cdot a^3 \cdot \sin^3 \psi$ получим выражение для коэффициента гармонической линеаризации:

$$\begin{aligned} q(a) &= \frac{2}{\pi \cdot a} \int_0^\pi (\alpha \cdot a \cdot \sin^2 \psi + \beta \cdot a^3 \cdot \sin^4 \psi) d\psi = \frac{2}{\pi \cdot a} \cdot \alpha \cdot a \int_0^\pi \frac{1 - \cos 2\psi}{2} d\psi + \\ &+ \frac{2}{\pi \cdot a} \cdot \beta \cdot a^3 \int_0^\pi \sin^2 \psi \cdot \sin^2 \psi d\psi = \frac{2}{\pi} \cdot \alpha \cdot \frac{1}{2} \cdot \psi \Big|_0^\pi - \frac{2}{\pi} \cdot \alpha \cdot \frac{1}{2 \cdot 2} \cdot \sin 2\psi \Big|_0^\pi + \\ &+ \frac{2 \cdot a^2}{\pi} \cdot \beta \cdot \frac{1}{4} \int_0^\pi (1 - \cos 2\psi)^2 d\psi = \frac{\alpha}{\pi} \cdot (\pi - 0) - \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot 0 + \\ &+ \frac{2 \cdot a^2}{4 \cdot \pi} \cdot \beta \int_0^\pi (1 - 2 \cdot \cos 2\psi + \cos^2 2\psi) d\psi = \alpha + \frac{\beta \cdot a^2}{2 \cdot \pi} \left(\psi - \sin 2\psi + \frac{1}{2} \cdot \psi + \frac{1}{4} \cdot \sin 4\psi \right) \Big|_0^\pi = \\ &= \alpha + \frac{\beta \cdot a^2}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot \pi \right) = \alpha + \frac{3 \cdot \beta \cdot a^2}{4}. \end{aligned} \quad (4)$$

Характеристика $F(\varepsilon)$ и сектор $[\lambda_1, \lambda_2]$ устойчивого состояния нелинейной системы с данной характеристикой показаны на рисунке 3.

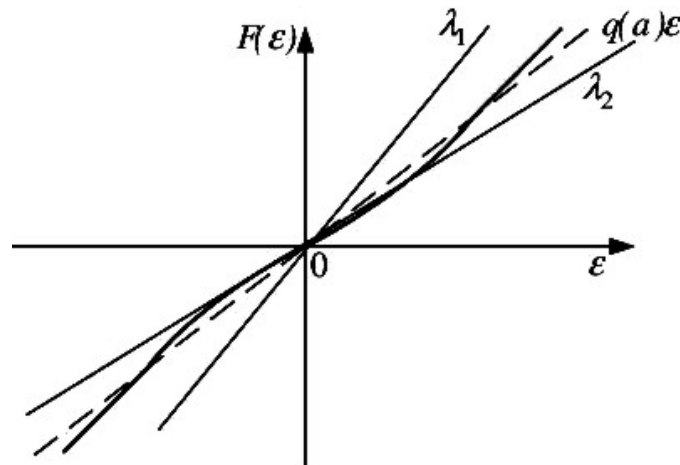


Рисунок 3 – График аппроксимирующей кубической нелинейности:
 $q(a)\varepsilon$ – уравнение осредняющей прямой; $[\lambda_1, \lambda_2]$ – сектор устойчивого состояния системы

Из рисунка 3 видно, что при заданной амплитуде a прямая $q(a)\varepsilon$ осредняет нелинейную зависимость $F(\varepsilon)$ на данном участке и находится в секторе $[\lambda_1, \lambda_2]$ устойчивой системы. Следует заметить, что непрерывная аппроксимация вида $F(\varepsilon) = k_1\varepsilon + k_3\varepsilon^3$ (ε – отклонение регулируемой величины от заданного значения) допускает неограниченное по амплитуде управляющее воздействие, что требует применения специальных мер по ограничению максимальных значений для устранения влияния насыщения, возникающих в исполнительных органах системы.

Рассмотренное утверждение позволяет сделать вывод о том, что существование осредняющей прямой и ее расположение в секторе, заданном исходной нелинейной системой, является необходимым и достаточным условием устойчивости многорежимной системы с аппроксимирующим управлением. Заменяя релейную функцию с зоной нечувствительности аппроксимирующей, получаем модель прохождения внешних медленных по сравнению с автоколебаниями сигналов через релейную систему, которая оказывается близкой к линейной, благодаря эффекту вибрационного сглаживания нелинейностей. На основе того, что аппроксимирующая функция для любых нелинейностей, в том числе релейных с зоной нечувствительности, является плавной кривой [9], которую можно линеаризовать обычным порядком, можно рассчитать коэффициент, характеризующий кривизну линейного участка аппроксимирующей характеристики, не выводящей эту характеристику из области существования устойчивых переходных процессов в системе.

Список литературы:

1. Емельянов С.В. Системы автоматического управления с переменной структурой. М., Наука, 1967. – 336 с.
2. Дегтярев Г.Л. Методы управления на скользящих режимах : монография / Г.Л. Дегтярев, А.С. Мещанов. Казань, 2014. – 104 с.
3. Емельянов С.В. Новые типы обратной связи: управление при неопределенности / С.В. Емельянов, С.К. Коровин. – М. : Наука. Физматлит, 1997. – 352 с.
4. Лубенцов В.Ф. Реализация многорежимного управления с применением метода аппроксимирующих преобразований / В.Ф. Лубенцов, Е.А. Шахрай, Е.В. Лубенцова // Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар, 2020. – С. 351–354.
5. Никитин А.В. Параметрический синтез нелинейных систем автоматического управления : монография / А.В. Никитин, В.Ф. Шишлаков; Под ред. В.Ф. Шишлакова; СПб. : ГУАП. – СПб., 2003. – 358 с.
6. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – 2-е изд., стер. – М. : Наука, 1988. – 256 с.

7. Shakhray E.A. Analysis of the stability of multi-mode systems with approximating nonlinear control laws / E.A. Shakhray, E.V. Lubentsova, V.F. Lubentsov, M.V. Meflekh // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 872(1). – Номер статьи 012010; doi:10.1088/1755-1315/872/1/012010
8. Кочетков С.А. Инвариантность в системах с неидеальными релейными элементами / С.А. Кочетков, В.А. Уткин // Управление большими системами. – 2009. – № 27. – С. 117–168.
9. Лубенцов В.Ф. Исследование динамики систем с непрерывными аппроксимирующими функциями управления / В.Ф. Лубенцов // Наука и технологии: Труды XXV Российской школы по проблемам науки и технологий. – М. : РАН, 2005. – Ч. 2. – С. 469–476.

УДК 620.22

НАКЛЁП И НАГАРТОВКА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ



HARDENING AND NAGARTOVKA. TECHNICAL FEATURES

Волынец Д.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Арустамова И.С.

кандидат химических наук,
старший научный сотрудник,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Коробейникова И.О.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Данная статья касается современных методов обработки металлов и сплавов, в целях повышения их прочности и износостойкости. Показаны особенности, условия и области применения наклепа и нагартовки.

Ключевые слова: металл, сплав, рекристаллизация, кристаллизационный отжиг, твёрдость, прочность, износостойкость, пластичность.

Volynets D.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Arustamova I.S.

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

Korobeinikova I.O.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. This article concerns modern methods of processing metals and alloys in order to increase their strength and wear resistance. The features, condition and areas of application of the riveting and nagartovka art shown.

Keywords: Metal, alloy, recrystallization, annealing hardness, strength, wear resistance, plastic.

Наклеп – изменение механических свойств материала под воздействием холодной пластической деформации. При этом изменяется кристаллическая структура, металл становится более прочным, твердым, но при этом хрупким [1]

Для увеличения прочности и твердости материалов, их часто подвергают тепловой обработке: нагревом и выдержкой в термопечи с дальнейшим охлаждением. Но этот метод не всегда подходит. В частности, его не используют для таких металлов, как медь и алюминий.

Тогда применяют **нагартовку** – технологическую обработку, которая включает изменение формы изделия посредством холодной пластической деформации. При этом твердость и прочность материала увеличивается, но падает пластичность – способность деформироваться без разрушения. Для некоторых сплавов нагартовка является единственно возможным способом увеличения прочности. К таким сплавам, например, относятся стойкие к коррозии сплавы хрома и никеля [1].

Исследование такого процесса, как нагартовка (наклеп металла) – одна из важных и интересных задач материаловедения. Например, в результате наклепа твердость поверхностных слоев стали увеличивается в несколько раз.

Наклеп и нагартовка тождественны по сути и приводят к одинаковым результатам, а именно, к изменению структуры материала и повышению его твердости и прочности. Однако, под наклепом понимают процесс, который может быть как самопроизвольным, так и целенаправленным, а под нагартовкой – осознанный процесс, целью которого является упрочнение металла.

С этой точки зрения наклеп может быть процессом как полезным, так и вредным, а нагартовка – процесс, который может быть только полезным и широко применяется в автомобиле- и авиастроении.

При повышении температуры способность к нагартовке заметно снижается. Например, нагартовка алюминия невозможна при температурах выше 200 °С. Эта температура (температура рекристаллизации) будет различной для разных веществ. Для легкоплавких металлов (к ним относятся цинк, свинец, олово) температура рекристал-

лизации может быть отрицательной. При значительных деформациях в материале возникают поры, субмикротрещины и другие дефекты. Такое состояние металла (сплава) называется перенаклёпом. Перенаклёп – одна из причин хрупкости, а также снижения конструкционной прочности сплавов. Этот процесс необратимы свойства металла невозможно восстановить даже термообработкой.

Описание процесса (process description)

В машиностроении наклёп используется для поверхностного упрочнения деталей. Наклёп приводит к возникновению в поверхностном слое детали благоприятной системы остаточных напряжений, влияние которых главным образом и определяет высокий упрочняющий эффект поверхностной пластической деформации (ППД), выражающийся в повышении усталостной прочности, а иногда и износостойкости. Для получения упрочненного наклёпом поверхностного слоя заготовку подвергают обработке различными видами ППД под давлением, например холодная прокатка, дробеструйная обработка, ковка, прессование, волочение и др.

Рассмотрим сущность явления наклепа. Как известно, практически все металлы и их сплавы (например, алюминий или медь и их сплавы) имеют упорядоченную кристаллическую структуру. Но все не так просто. Они состоят из зерен, внутри которых расположение атомов является упорядоченным. Но сами зерна по отношению друг к другу располагаются хаотично, т.е. неупорядоченно [2].

При механической нагрузке в структуре вещества появляются дислокации (микроскопические дефекты). По мере увеличения нагрузки дислокации перемещаются к границам зерен, задерживаются, наслаиваются, тем самым увеличивают твердость. Образуется другая структура. Она сопротивляется деформации, остающейся после снятия нагрузки (пластической деформации). Способность металла сопротивляться деформациям при этом увеличивается.

Но следует иметь в виду, что при наклепе пластические свойства материала становятся хуже. Например, пластичность низкоуглеродистой стали уменьшается в 5–6 раз. Также снижается сопротивление к динамическим нагрузкам, устойчивость к сопротивлению пластической деформации при изменении ее знака (так называемый эффект Баушингера).

После наклепа состояние вещества является термодинамически нестабильным. Если пластичность необходимо увеличить, наклеп снимают рекристаллизационным отжигом, нагревая материал выше температуры рекристаллизации. При этом материал переходит в более стабильное состояние. Необходимость снятия наклепа возникает, например, в металлургии при производстве проволоки или ленты.

Плотность дислокаций при наклепе увеличивается, что приводит к уменьшению объемной плотности. При этом зерна металла вытягиваются по направлению сил, которые на них действуют. Такая ориентировка зерен называется текстурой деформации. Вследствие текстуры возникает анизотропия механических свойств металлов и сплавов.

Нагартовка стали актуальна для изделий, в которых необходимо предотвратить поверхностное растрескивание и такое явление, как усталость металлов, которая приводит к накоплению внутренних напряжений, возникновению трещин, в конце концов, к разрушению материала [5].

Виды наклепа (hardening types)

В основном, выделяют два вида наклепа: деформационный и фазовый.

- Деформационный – когда изменения решетки вызваны внешними силами. Формирование деформационного наклепа происходит при воздействии на обрабатываемую поверхность шариками или потока дробинки. Он делится на центробежно-шариковый и дробеструйный.

- Дробеструйный наклёп – упрочнение, которое достигается за счёт кинетической энергии потока круглой чугунной или стальной дроби, а также других круглых дроби, например керамической, направляемым скоростным потоком воздуха или роторным дробомётом.

- Центробежно-шариковый наклёп (нагартовка) – создаётся за счёт кинетической энергии шариков (роликов), расположенных на периферии обода, которые взаимодействуют с обрабатываемой поверхностью и отбрасываются вглубь гнезда

- Фазовый – когда изменения кристаллической решетки вызваны фазовыми изменениями.

Оборудование для наклепа (hardening equipment)

- Оборудование для процесса нагартовки алюминия и других металлов, и сплавов достаточно разнообразно. В промышленности нагартовка полностью автоматизированный процесс, который выполняется на устройствах, контролируемых электроникой.

- В частности, при формировании деформационного наклепа автоматически регулируется количество и скорость подачи дробинки.

Выполнение нагартовки изделий из стали особенно актуально в тех случаях, когда имеется необходимость повысить их устойчивость к поверхностному растрескиванию, а также предотвратить протекание в нем усталостных процессов. Отраслями промышленности, в которых нагартованные изделия зарекомендовали себя особенно хорошо, являются авиа- и автомобилестроение, нефтедобыча, нефтепереработка и строительство.

Такие методы упрочнения металлов, как контролируемый наклеп или нагартовка, могут быть реализованы при помощи различного оборудования, от качества и функциональности которого зависит результат выполняемых операций. Оборудование для нагартовки изделий из стали или других сплавов, которое сегодня представлено большим разнообразием моделей, может быть общего назначения или специального – для того, чтобы выполнять обработку деталей определенного типа (болтов, пружин и др.) [3].

В промышленных масштабах нагартовка выполняется на автоматизированных устройствах, все режимы работы которых устанавливаются и контролируются за счет использования электронных систем. В частности, на таких станках автоматически регулируется как количество, так и скорость подачи дроби, используемой для выполнения обработки.

Выполнение наклепа, при котором процесс его формирования контролируется, используется в тех случаях, когда изделие из стали нет возможности упрочнить при помощи термической обработки. Помимо нагартовки и наклепа повысить прочность поверхностного слоя металлического изделия могут и другие методы холодной пластической деформации. Сюда, в частности, относятся волочение, накатка, холодная прокатка, дробеструйная обработка и др.

Кроме стали, содержание углерода в которой не должно превышать 0,25 %, такой способ упрочнения необходим изделиям из меди, а также некоторым алюминиевым сплавам. Нагартовке также часто подвергается лента нержавеющей. Ленту нагартованную применяют в тех случаях, когда обычная лента нержавеющей не способна справляться с воспринимаемыми нагрузками [5].

Наклеп, который сформировался на поверхности металлического изделия в процессе выполнения его обработки различными методами, можно снять, для чего используется специальная термическая обработка. При выполнении такой процедуры металлическое изделие нагревают, что приводит к тому, что атомы его внутренней структуры начинают двигаться активнее. В результате она переходит в более устойчивое состояние.

Выполняя такой процесс, как рекристаллизационный отжиг, следует учитывать степень нагрева металлической детали. Если степень нагрева незначительна, то в структуре металла снимаются микронапряжения второго рода, а его кристаллическая решетка частично искажается. Если интенсивность нагрева увеличить, то начнут формироваться новые зерна, оси которых сориентированы в одном пространственном положении. В результате интенсивного нагрева полностью исчезают деформированные зерна и формируются те, оси которых ориентированы в одном направлении [4].

Существует также такая технологическая операция, как правка наклепом, при помощи которой металлический вал или лист приводятся в исходное состояние. Чтобы выполнить такую операцию, нацеленную на устранение несоответствий геометрических параметров их требуемым значениям, нет необходимости использовать специальный станок – ее выполняют при помощи обычного молотка и ровной плиты, на которую укладывается обрабатываемое изделие. Нанося таким молотком удары по изделию, форму которого требуется исправить, добиваются формирования на его поверхности наклепанного слоя, что в итоге приведет к достижению требуемого результата.

Применение (application)

- Нагартованная проволока из нержавеющей стали обладает повышенной твердостью и жесткостью и устойчива к колебаниям температуры. Такая проволока используется в машиностроении при изготовлении деталей различных видов автомобилей. Она также нашла широкое применение для изготовления очень прочных канатов, тросов и пружин. Еще нагартовку часто используют для производства нержавеющей лент [5].

- Электропровода из нагартованной проволоки не подвержены коррозии и обладают длительным сроком службы.

- Также нагартованная проволока может служить как материал для нержавеющей сеток, из которых делают перегородки, и др.

- Авиационная промышленность: компоненты самолетных двигателей, конструкционные детали самолета, шестерни и трансмиссии вертолетов и самолетов, шасси и т.п.

- Автомобилестроение и промышленный транспорт: зубчатые колеса, распределительные и коленчатые валы, цепи, пружины, подвески, муфты сцепления, клапаны, штоки, тяги, перекладки, торсионные валы и т.п.

- Оборудование для земляных работ: ножи отвала, тракторные гусеничные цепи и шестерни и т.п.

- Нефтяная промышленность: буровое оборудование и различные комплектующие

- Производство электроэнергии (газовые, гидравлические и ветровые системы): турбины, лопасти и комплектующие, зубчатые колеса и различные сопутствующие компоненты

- Строительная промышленность: балки, тяги, структурные компоненты мостов и зданий и т.п.

Наклёп в авиастроении (hardening in the aircraft industry)

Конструкционные узлы самолетов, такие как лонжероны, ребра, хорды и стрингеры, могут подвергаться упрочнению в дробеметных установках и дробеструйных камерах. Целью этого является создание остаточных сжимающих напряжений для повышения усталостной прочности, снижения искажения формы после других производственных процессов и/или формирования и изменения кривизны. Технология дробеметной обработки может использоваться в массовом производстве, где геометрия конструкций не является очень сложной. Технологии дробеструйной обработки применяются для более определенных и точных производственных задач. В дробеметных установках устанавливается несколько дробеметных турбин, каждая из которых приводится в действие с помощью электродвигателя, а скорость вращения регулируется частотными преобразователями. В дробеструйных установках детали обрабатывают одновременно со всех сторон при помощи сопел, перемещающихся вдоль всей конструкции. Упрочнение крыла и фюзеляжа с помощью технологии дробеметной обработки.

Список литературы:

1. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – М. : Изд-во Юрайт, 2017.
2. Авиационное материаловедение / Под ред. И.Г. Носовского. – М. : Военное изд-во, 1990.
3. Божко С.В. Другое пятое поколение манёвренность вместо незаметности / С.В. Божко, В.В. Терехов, М.О. Тылипец // 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. 183–188.
4. Божко С.В. Подходы к испытанию измерительной информации летательных аппаратов / С.В. Божко, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // 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. 200–202.
5. Варфоломеева С.В. Применение математических методов имитационного моделирования в ВС РФ / С.В. Варфоломеева, С.В. Божко, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 467–472.

УДК 629.3.36

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБРАЗЦЫ ВООРУЖЕНИЯ
ЛЕТНЫХ ЭКИПАЖЕЙ РОССИЙСКИХ ВКС



PROMISING MODELS OF WEAPONS
FLIGHT CREWS OF THE RUSSIAN AEROSPACE FORCES

Молчанов В.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Волынкин А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные системы оружия и перспективные образцы вооружения летных экипажей Российских ВКС.

Ключевые слова: Бук, Вереск, ПЛК, компоновка, конструкция, калибр, боеприпас.

Molchanov V.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Volynkin A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article discusses the main weapon systems and advanced weapons for flight crews of the Russian Aerospace Forces.

Keywords: buck submachine gun, Veresk submachine gun, layout, design, caliber, ammunition.

Сегодня, в отличие от советского времени, когда для вооружения всех родов войск и правоохранительных органов принималась фактически одна модель пистолета, оружейные конструкторы предлагают военному ведомству ряд новых, специализированных образцов, приспособленных для решения разных задач. Так, например, на вооружение офицеров Российской армии принят пистолет Ярыгина («ПЯ»); а на вооружение спецназа МВД, выполняющего совершенно другие функции – пистолет Грязева-Шипунова «ГШ-18». Массовое внедрение в армию пистолета Ярыгина началось в 2010 году и до сих пор в Вооруженных Силах Российской Федерации продолжается замена штатных «ПМ» на новые «ПЯ». К тому же оружейники продолжают предлагать военным все новые и новые разработки, зачастую превосходящие по качествам уже принятые на вооружение пистолеты. В этих условиях говорить о каком-то определенном образце пистолета, который заменит устаревший «ПМ», пока довольно сложно. Вот некоторые из образцов вооружения, которые в ближайшем будущем могут стать личным стрелковым оружием летчика:

ПП-19-01 «Витязь-СН»



Рисунок 1 – ПП-19-01 «Витязь-СН»

ПП-19-01 «Витязь» – российский пистолет-пулемет, разработанный в 2003 г. компанией «Ижмаш» на основе конструкции пистолета-пулемета ПП-19 «Бизон» для отряда специального назначения внутренних войск МВД РФ «Витязь», в честь чего и получил свое название, по заказу ГУ НПО «Специальная техника и связь» МВД РФ. Пистолет-пулемет ПП-19-01 спроектирован концерном в соответствии с требованиями, поступившими от отряда «Витязь» [1]. На данный момент это оружие выпускается серийно и поставляется различным подразделениям МВД России. Как и его прототип, пистолет-пулемет ПП-19-01 сконструирован на основе автомата Калашникова модели АКС-74У. По унификации деталей данный ПП совпадает с АК примерно на 70 %.

Конструкция

Автоматика пистолета-пулемета ПП-19-01 «Витязь-СН» основана на использовании энергии отдачи свободного затвора. Газоотводная система отсутствует, стрельба ведётся с закрытого затвора. Ствольная коробка и предохранительный механизм идентичны соответствующим элементам АКС-74У, за исключением отсутствия поворотного затвора, газоотводных элементов и поршня. Длина ствола – 240 мм, с четырьмя нарезами в канале. Стрельба ведётся с закрытого затвора. Ударно-спусковой механизм также идентичен по конструкции автомату АК и обеспечивает стрельбу как одиночными выстрелами, так и очередями – переводчик огня расположен на правой стороне ствольной коробки над спусковым крючком и имеет три положения: верхнее – оружие на предохранителе, нижнее (буквы ОД) – одиночный огонь, среднее (буквы АВ) – непрерывный огонь. Вырез в ствольной коробке для рукоятки затвора полностью закрывается щитком переводчика-предохранителя, благодаря чему УСМ надежно защищается от попадания в него грязи и пыли. Ствольная коробка снабжена приемником магазина, который позволяет быстрее и удобнее присоединять магазин и тратить меньше времени на перезарядку оружия [1].

Стрельба из пистолета-пулемета ПП-19-01 «Витязь-СН» может вестись как коммерческими и военными патронами 9x19 иностранного производства, так и отечественными патронами 7Н21 с бронебойной пулей. ПП-19-01 может использоваться совместно с глушителем звука выстрела и комплектоваться им.

С помощью особой скобы, входящей в комплект пистолета-пулемета, магазины к ПП-19-01 могут быть скреплены попарно, что еще больше снижает количество требуемого на перезарядку времени, что играет немаловажную роль в условиях ведения боя. Сами магазины имеют двухрядное расположение патронов с выходом их в два ряда. Кроме того «Витязь-СН» может иметь цевье с дополнительными планками, благодаря чему оружие может быть оборудовано передней рукояткой удержания, удобной в условиях ближнего боя в стесненных пространствах. Механические прицельные приспособления состоят из защищенной намушником регулируемой по горизонтали мушки и регулируемого секторного целика с четырьмя положениями.

Основные тактико-технические характеристики

Калибр	9 мм
Тип патрона	9 × 19 Parabellum, 7Н21
Емкость магазина	30/60
Масса снаряженная	2,9 кг
Длина с прикладом	705 мм
Длина в сложенном состоянии	480 мм
Высота со стандартным магазином	265 мм
Высота с увеличенным магазином	271 мм
Боевая скорострельность	40/120 выстр/мин
Начальная скорость пули	450 м/с
Прицельная дальность	до 200 м

«Витязь» выпускается в двух вариантах:

ПП-19-01 исп.10 – базовый вариант с взятым за основу АКС-74У, перекидной целик.

ПП-19-01 исп.20 «Витязь-СН» – модифицированный вариант. Отличается вынесенными на левую сторону предохранителем и рукояткой затвора и дополнительной планкой Пикатинни на крышке ствольной коробки, позволяющей устанавливать на оружие любые типы современных оптических, коллиматорных, и ночных прицелов. Одно из основных отличий «Витязь-СН» – это взятие за основу не АК-105. Это в первую очередь выражается в замене ствольной коробки и УСМ на АК сотой серии, установке штатного цевья и накладки газоотводной трубки от автоматов линейки АК-74М, а также в наличии открытого секторного целика [2].

Пистолеты-пулеметы «Витязь-СН» производятся в Ижевске на ОАО «Ижмаш». В базовой комплектации оружие поставляется с четырьмя магазинами, четырьмя обоймами, двумя крепежными устройствами, ремнем, принадлежностями для чистки и сумкой для магазинов и принадлежностей.

Из недостатков ПП-19-01 можно отметить неудобный переводчик-предохранитель, унаследованный от АК, не позволяющий работать с ним одной рукой без изменения хвата, а также бойцам с левой ведущей рукой. Кроме того, нет возможности регулировать приклад по длине. Пистолет-пулемет обладает следующими преимуществами: оптимальные габариты, вес, прекрасная балансировка и эргономика, обеспечивающие эффективное ведение огня в условиях ограниченного пространства; эффективная конструкция соединения магазинов, возможность их быстрой смены даёт преимущество при ведении огня; имеется возможность установки различных прицельных устройств и аксессуаров. Приемы подготовки к стрельбе, стрельбы и обслуживания идентичны приемам обращения с автоматом Калашникова, что значительно упрощает обучение.

В 2005 г. пистолет-пулемёт был официально принят на вооружение МВД России. В настоящее время данный образец стрелкового оружия состоит на вооружении спецподразделений МВД России, ФСО России и ФСБ России.

ПП-2000



Рисунок 2 – ПП-2000

ПП-2000 – (разработка Тульского оружейного завода) был выпущен в 2001 г., основное назначение – снабжение подразделений, борющихся с террором. Впоследствии поступил на вооружение в другие силовые и государственные структуры. Разработкой орудия занимался коллектив Тульского КБ приборостроения, руководители: В.П. Грязев и А.Г. Шипунов, им помогали инженеры Волков, Кузнецов и другие.

Конструкция

Компоновка ПП-2000 обладает некоторыми особенностями: магазин с патронами помещается в рукоять, а ствол установлен ниже рукоятки управления. Пламегаситель сделан по щелевому типу, он крепится к надульной части ствола. Для увеличения прочности канала ствола осуществляется обработка хромом [2].

В основе работы автоматики лежит отдача свободного затвора, которая происходит под действием энергии пороховых газов. Шток перезарядки находится в передней части ствола. Владелец может перекидывать его на любую сторону, что позволяет работать с оружием как правше, так и левше. Также шток можно установить в положении параллельно стволу, чтобы уменьшить габариты. Возвратная пружина находится внутри канала ствола.

Ударно-спусковой механизм сделан по курковому типу и помещён в рукоять. Для стрельбы затвор должен быть закрыт. Высокая точность стрельбы достигнута за счёт отличной балансировки оружия и нестандартного расположения ствола. Стрелять можно одной рукой: этому способствует масса и слабая отдача. Спусковой механизм можно настроить для стрельбы в ручном и автоматическом режимах.



Рисунок 3 – Патроны:
а) 9 × 19 мм Para; б) 9 × 19 мм 7Н31

За безопасность эксплуатации отвечает флажковый предохранитель. Когда он активирован, заблокирована работа шептало.

Прицел открытый, закреплён на ствольной коробке. Он состоит из мушки с предохранителем и перекидного целика. На верхней части ствольной коробки установлена ступенчатая планка. К ней можно прикрепить оптический или коллиматорный прицелы. Это позволит повысить эффективность стрельбы.

Для зарядки используется коробчатый магазин с расположением боеприпасов в шахматном порядке. В основании спусковой скобы находится защёлка магазина. На практике было доказано, что выбранное расположение удачно, так как процесс перезарядки занимает меньше времени. Питается зарядами 9 × 19 мм различного вида. Например, 7Н31 на расстоянии 15 м пробивает стальную пластину толщиной 8 мм, на расстоянии 50 м 5 мм [3].

Применение 9 × 19 мм патронов с бронебойной пулей 7Н31 позволяет значительно увеличить останавливающее и пробивное действие по сравнению с патронами 9 × 18, а следовательно, повысить боевую эффективность оружия. Патрон 7Н31 при стрельбе из ПП-2000 пробивает армейские бронежилеты, предназначенные для защиты от выстрелов из автоматов АКМ и АК-74 патронами с пулей со стальным сердечником, таких как 57-Н-231 и 7Н6, с дистанции 5–10 м, а также стальные плиты различной толщины.

Первые опытные образцы оснащались необычным прикладом, который был представлен в качестве запасного магазина повышенной вместимости. Практические тесты показали несколько минусов: такой приклад доставлял дискомфорт пользователю, а также повреждались стенки магазина. Серийная версия снабжается лёгким металлическим прикладом, который можно складывать на правый бок (возможность установки запасного магазина сохранилась). В случае необходимости его можно полностью снять.

Основные тактико-технические характеристики

Калибр	9 мм
Тип патрона	9 × 19 Parabellum, 7Н31
Емкость магазина	20/44
Масса снаряженная	1,4 кг
Длина с прикладом	582 мм
Длина в сложенном состоянии	350 мм
Высота со стандартным магазином	190 мм
Высота с увеличенным магазином	305 мм
Скорострельность	600 выстр/мин
Начальная скорость пули	450 м/с
Прицельная дальность	200 м

ОЦ-22 «Бук»



Рисунок 4 – Пистолет-пулемет ОЦ-22 «Бук»

Пистолет-пулемет ОЦ-22 под пистолетный патрон 9x19 разработан в Тульском центральном конструкторском исследовательском бюро спортивно-охотничьего оружия (ЦКИБСОО) конструктором Владимиром Злобиным. Работы над этим пистолетом-пулеметом были им начаты в 1994 г. в инициативном порядке.

С 2000 г. работа над ОЦ-22 была продолжена в рамках госбюджетной темы «Баксанец». По этой теме, кроме ЦКИБ СОО, на конкурсной основе работали и другие организации.

Пистолет-пулемет ОЦ-22 разрабатывался как легкое, портативное оружие для стрельбы патронами 9 × 19 «парабеллум» и равными ему по баллистическому импульсу патронами 7Н21 разработки ФГУП «ЦНИИ ТОЧМАШ» [3].

Максимальная скорострельность 10 выстрелов в секунду. Конструкторы достигли наименьшего темпа стрельбы в этом классе. В устройство не включены замедлительные механизмы. Результат заложили на стадии проектирования, когда определялись параметры курка и боевой пружины.

Комплектация орудия предусматривает использование магазина на 44 заряда. Его можно переносить с собой или установить вместо приклада. Во время боя он легко снимается, после чего им можно заменить израсходованный магазин. Нужно помнить о минусах такой компоновки: стенки магазина могут повредиться в процессе эксплуатации, и он менее удобен классического приклада.

Предусмотрено использование глушителя, что повышает маскировку стрелка. Глушитель неразборный, поэтому имеет минимальную массу, легко устанавливается и снимается. На специальные планки можно установить лазерный указатель и фонарь. ПП-2000 – наилучший вариант в категории пистолетов-пулеметов. Он имеет тактико-технические характеристики высокого уровня, значительно опережая российских и зарубежных конкурентов.

Конструкция

По типу автоматики ОЦ-22 относится к оружию с инерционным запираем каналом ствола массивным затвором. С целью уменьшения габаритов оружия по длине и вместе с этим придания затвору необходимой массы он выполнен набегавшим на ствол – по типу пистолетного кожуха-затвора. С правой стороны затвора (по направлению стрельбы) выполнено экстракционное окно. В затворе собраны: качающийся, подпружиненный извлекатель; ударник и складная левосторонняя рукоятка перезарядки. Рукоятка находится в сложенном состоянии и удерживается в этом положении пружиной. Такая конструкция рукоятки способствует удобному ношению оружия на груди стволом влево и одновременно снижает его поперечный габарит.

На верхней плоскости затвора, с левой стороны, выполнен продольный паз, в который укладывается возвратная пружина с направляющим стержнем. В собранном пистолете-пулемете возвратная пружина поджата, что облегчает процесс разборки и сборки оружия. Масса откатных частей составляет 470 гр. при ходе 90 мм, что обеспечивает относительно невысокий темп стрельбы 770 выстрелов в минуту (средний для различных условий).

Ударно-спусковой механизм куркового типа с так называемым «перехватом» курка собран в затворной коробке. Механизм этого типа, впервые появившийся на чехословацкой винтовке ZH-29, многократно заимствовался зарубежными и отечественными конструкторами. Достоинством его является то, что для обеспечения стрельбы одиночным огнем он не нуждается в отдельном устройстве, разобщающем спусковой крючок и шептало. Стрельба производится при переднем положении затвора («с переднего шептала»). По сравнению с оружием, стреляющим с «заднего шептала», это ощутимо уменьшает разброс попаданий при стрельбе одиночным огнем. С целью предотвращения инерционного накола капсюля ударник максимально облегчен [3].

Питание пистолета-пулемета производится из двухрядного коробчатого магазина, размещенного в пистолетной рукоятке. Досылание патрона из магазина в патронник производится выступом затвора, извлечение стреляной гильзы или осеченного патрона выбрасывателем, размещенным в затворе. Гильза отражается через окно в затворе и крышке ствольной коробки вверх-вправо.

Стрельба может вестись как одиночным огнем, так и очередями. Установка режима огня обеспечивается флажковым переводчиком, одновременно являющимся и предохранителем. Флажок переводчика-предохранителя расположен с левой стороны ствольной коробки в положении, удобном для воздействия на него большим пальцем. Этот же флажок продублирован с правой стороны коробки. Таким образом, пистолет-пулемет одинаково удобен для стрельбы как с правой руки, так и с левой. При нахождении флажка в положении «П» – «предохранитель» производится блокировка и спускового механизма, и затвора.

Ствольная коробка штампованная. В передней ее части закреплен вкладыш для установки ствола. В затыльнике коробки имеются ось поворотного плечевого упора и защелка, фиксирующая плечевой упор в откинутом положении. Плечевой упор складывается поворотом вверх-вперед на крышку ствольной коробки. Левая стенка ствольной коробки впереди имеет защелку, удерживающую плечевой упор в этом положении.

С правой стороны ствольной коробки у затыльника находится флажок защелки крышки ствольной коробки. Для выполнения неполной разборки оружия этот флажок следует повернуть против часовой стрелки до упора и снять крышку. После снятия крышки из коробки извлекаются подвижные части [1].

Основание ствольной коробки выполнено литьевым способом из полиамида и включает в себя спусковую скобу и рукоятку пистолета-пулемета, в которую вставляется магазин.

К нижней части ствольной коробки приварена спусковая скоба и крепится пластмассовая рукоятка управления оружием. Качающаяся защелка магазина находится внизу задней стенки рукоятки.

Пистолет-пулемет имеет останов затвора, удерживающий затвор в крайнем заднем положении при израсходовании патронов магазина. Останов затвора действует от подавателя магазина. Затвор может быть снят с останова либо воздействием на его выступ, находящийся с левой стороны ствольной коробки, либо небольшим отведением назад затвора.

Основные тактико-технические характеристики

Калибр	9 мм
Тип патрона	9 × 19 Parabellum, 7Н21
Емкость магазина	20/30
Масса снаряженная	1,43 кг
Длина с прикладом	460 мм
Длина в сложенном состоянии	250 мм
Темп стрельбы	770 выстр/мин
Начальная скорость пули	360 м/с
Прицельная дальность	100 м

Прицельные приспособления установлены на крышке ствольной коробки. Ими служат мушка и перекидной на два положения целик с прямоугольной прорезью и диоптрическим отверстием. Целик подпружинен и автоматически устанавливается при переводе приклада из боевого положения в походное и обратно. При откинута прикладе прицеливание ведется с использованием диоптра, а при сложенном – через открытый прицел. Прицельные приспособления опытных вариантов пистолета-пулемета устанавливались для стрельбы на 50 и 100 м.

CP-2 «Вереск»



Рисунок 5 – Пистолет-пулемет CP-2 «Вереск»

Примерно в 80-х гг. прошлого века в нашей стране начали проектировать модели оружия для самозащиты солдат. Тогда же на мировом рынке появилась категория оружия под аббревиатурой PDW (персональное оружие обороны). Назначением такого оружия было защита военнослужащих, основным оружием которых были ракетные и зенитные установки, а также танкистов, шофёров и т.д. Пистолет CP, разработанный в середине 90-х, был первым оружием, которое подходило под требования к армейскому персональному оружию самообороны.

В то время шла работа над заменой боеприпасов. Патроны 9 × 18 мм, которые применяли в «ПМ», решено было заменить на другие, более «пробивные» заряды. Альтернативой для устаревших боеприпасов стали уникальные патроны 9 × 21 мм, которые обладали высокой пробивной мощностью за счёт увеличенной скорости вылета. Под них и был разработан новый пистолет-пулемёт CP-2 [1].

По замыслу конструкторов, CP-2 был предназначен для стрельбы на дальность до 200 м по противнику, использующему бронезилет и для поражения небронированной техники. Мощность его боеприпасов такова, что пистолет со 100-метрового расстояния легко пробивает 4-миллиметровый лист стали.

Разработанный в Климовском ЦНИИ точного машиностроения по заказу ФСБ пистолет-пулемёт получил свое полное и окончательное имя – CP-2 «Вереск». Это оружие стало одной из частей оружейного комплекса наряду с пистолетом CP-1 «Гюрза», коллиматорным прицелом «КП CP-2», патронами типа СП-10, а также СП-11.

Уникальность «Вереска» состоит в том, что в нём возможно использование четырёх различных боеприпасов из серии 9 × 21 мм калибра:

СП-10 – пули, имеющие стальной сердечник и обладающие высокой пробивной мощностью брони;

СП-11 – имеют пулю с наконечником из свинца, что сводит к минимуму рикошет;

СП-12 – пули обладают высокой останавливающей силой;

СП-13 – трассирующие боезаряды.

Надо отметить, что после испытания на полигонах эксперты стали считать заряды СП-11, а также заряды СП-12 самыми высокоэффективными боеприпасами. Их эффективность поражения в 1,5–3 раза лучше в сравнении с боеприпасами 9 × 18 мм ПМ, и вдвое больше по сравнению с боеприпасами 9 × 19 мм.

Конструкция

Рассматривая конструкционные особенности данного оружия, в первую очередь надо отметить, как работает его автоматика. Ее работа не совсем привычная: работа основана на принципе газоотводного двигателя вкупе с поворотным затвором, поэтому используется конструкция, которая больше присуща автоматам. Впрочем, необходимость этой конструкции очевидна. Жёсткое и надёжное запираение стволового канала при использовании мощных боеприпасов, а также во время экстремальных условий (при высоких +50 и низких – 50 °С температурах), в плохих погодных условиях обеспечивает полную гарантию безотказной работы оружия. Если рассматривать внешние данные CP-2, то у него металлический приклад, который можно складывать при необходимости путём движения вперёд и вверх. На CP-2 «Вереск» можно также устанавливать глушитель [3].

Предохранитель у CP-2 флажковый, он может быть открыт для стрельбы или стоять в «стоп»-режиме. УСМ работает в двух режимах: одиночного, а также автоматического огня. Прицел, о котором было сказано выше, коллиматорного типа и вначале использовался в качестве дополнения к обычному прицелу (открытого типа с полукруглой прорезью на регулируемой мушке). КП CP-2 был необходим, чтобы можно было быстрее и точнее прицеливаться, а потому впоследствии его сделали основным. Компенсатор, в верхней части которого имеется наклонный пропилен, призван снижать отдачу при стрельбе, что помогает сохранять точность и кучность боя. Как и всякое оружие, пистолет-пулемёт требует регулярного ухода, который производится после каждого отстрела, что увеличивает срок службы пистолета. Для чистки CP-2 «Вереск» имеет в своей комплектации шомпол и специальные принадлежности.

Основные тактико-технические характеристики

Калибр		9 мм
Тип патрона	9 × 21 СП10, СП11, СП12, СП13, 7БТЗ	
Емкость магазина		20/30
Масса снаряженная		1,65 кг
Длина с прикладом		605 мм
Длина в сложенном состоянии		365 мм
Темп стрельбы		до 900 выстр/мин
Начальная скорость пули		430 м/с
Прицельная дальность		200 м

Магазины к ПП коробчатого типа, патроны в два ряда, в шахматном порядке. Кнопка фиксации расположена на рукояти управления огнём у спусковой скобы. Оружие комплектуется оригинальным коллиматорным прицелом, аналогичным комплектации СР-1.

Список литературы:

1. Жук А.Б. Стрелковое оружие, Революеры, пистолеты, винтовки, пистолеты-пулеметы, автоматы. – М. : Воениздат, 1992. – 735 с.
2. Хайрулин М.А. Военлеты погибшей Империи / М.А. Хайрулин, В.И. Кондратьев. – М. : «Эксмо» Яуза, 2008. – 432 с.
3. Сапунов А.М. 40 лет авиации войск национальной гвардии РФ / А.М. Сапунов, А.И. Афиногенов // На боевом посту. – 2016. – 160 с.

УДК 629.3.36

СОВРЕМЕННОЕ ОРУЖИЕ ЛЕТЧИКОВ ВКС РОССИЙСКОЙ АРМИИ



MODERN WEAPONS OF THE PILOTS OF THE VKS OF THE RUSSIAN ARMY

Молчанов В.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Колеванов А.Ю.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные системы оружия и приведены случаи его боевого применения летчиками Российских ВКС.

Ключевые слова: пистолет, автомат, Макаров, Стечкин, ПМ, АПС, АКС-74У, калибр, боеприпас.

Molchanov V.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kolevanov A.Yu.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article deals with the main small arms systems of aircrews and describes the occasions of their combat application in the Russian Aerospace Forces.

Keywords: pistol, submachine gun, Makarov, Stechkin, Makarov pistol, Stechkin automatic pistol, Kalashnikov submachine-gun, caliber, ammunition.

После окончания Великой Отечественной войны Советская армия стала готовиться к перевооружению с учетом полученного боевого опыта.

Так как пистолет «ТТ» считался уже устаревшим образцом, то было необходимо идти в ногу со временем. В 1947–1948 гг. в СССР провели конкурс на новый компактный пистолет для старшего командного состава Советской Армии, кроме того, было решено ввести два пистолета: длинноствольный автоматический для линейных офицеров и малогабаритный – для старших офицеров и как «оружие мирного времени». По условиям конкурса пистолет «мирного времени» требовалось создать со свободным затвором и самовзводным УСМ. Также основное внимание уделялось размерам и весу оружия – теперь приоритет отдавался не мощи огня, а удобству ношения пистолета. В качестве отправной точки конструкторам предлагался хорошо себя зарекомендовавший Walther PP.

В конкурсе участвовали по меньшей мере 11 пистолетов, но по совокупности характеристик победителем был признан пистолет Макарова и в 1951 г. под обозначением «ПМ» был принят на вооружение офицерского состава Советской армии [1].



Рисунок 1 – 9-мм пистолет Макарова

Основные тактико-технические характеристики «ПМ»

Калибр	9 мм
Тип патрона	9 × 18 ПМ, ПММ
Емкость магазина	8
Масса снаряженная	0,81 кг
Длина	161 мм
Высота	126 мм
Боевая скорострельность	30 выстр/мин
Начальная скорость пули	315 м/с
Прицельная дальность	50 м

К слову, одновременно с пистолетом Макарова был принят «АПС» (автоматический пистолет Стечкина), который предназначался для вооружения офицеров, сержантов, солдат отдельных специальностей и экипажей боевых машин, принимающих непосредственное участие в боевых действиях, а также которым по штату не полагался автомат или карабин [1].



Рисунок 2 – 9-мм автоматический пистолет Стечкина

Что касается «ПМ», то в сравнении с предыдущим образцом личного оружия пистолетом «ТТ», его 9-мм патрон обладал лучшим останавливающим действием при гораздо меньшей мощности (250–350 Дж против 480–640 Дж), чем 7,62-мм патрон, но на этом преимущества 9 × 18 ПМ над 7,62 × 25 ТТ заканчивались.



Рисунок 3 – Основные части и механизмы 9-мм пистолета Макарова

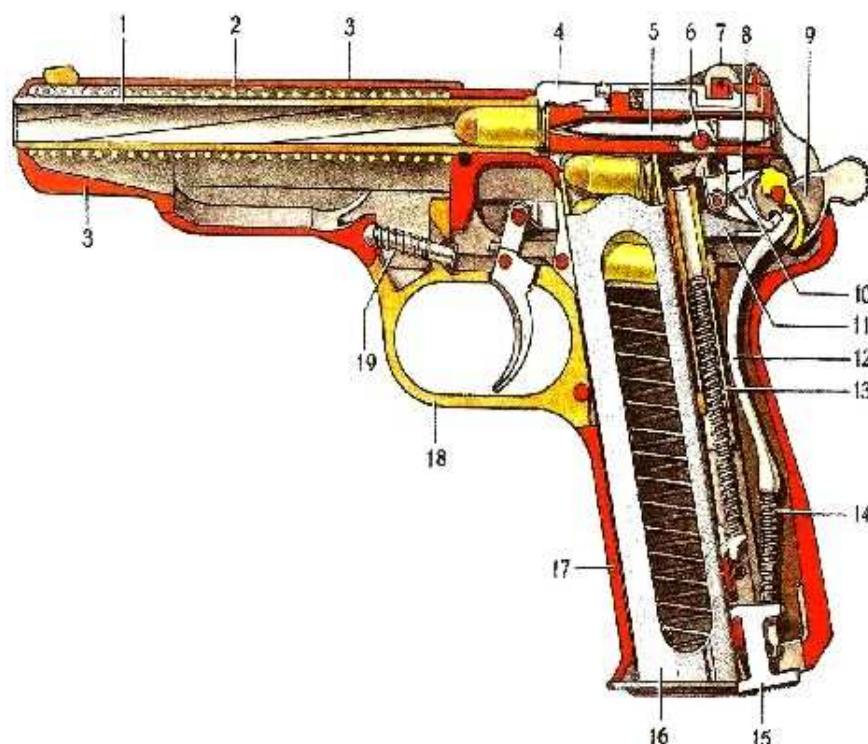


Рисунок 4 – Основные части и механизмы 9-мм автоматического пистолета Стечкина:

- 1 – ствол; 2 – возвратная пружина; 3 – затвор; 4 – выбрасыватель; 5 – ударник;
- 6 – переводчик-предохранитель; 7 – прицел; 8 – шептало; 9 – курок;
- 10 – разобщитель; 11 – затворная задержка; 12 – толкатель; 13 – замедлитель;
- 14 – боевая пружина; 15 – защелка магазина; 16 – магазин;
- 17 – рама; 18 – спусковая скоба; 19 – стопор скобы

Меньший пороховой заряд патрона и более короткий ствол стали причиной значительного понижения начальной скорости пули, что отрицательно сказалось на дальности действительного огня пистолета и проникающей способности пули [2].

Советские офицеры получили в качестве личного оружия легкий и компактный пистолет Макарова, очень надежный, удобный для ношения в мирных условиях, но, по справедливости, считавшийся не достаточным для самообороны в условиях ведения боевых действий.

Недаром в 1980–1990-е гг., когда нашей армии снова пришлось воевать, военные так полюбили оплеванный в мирное время из-за большого веса и громоздких габаритов «АПС».

Основные тактико-технические характеристики

Калибр	9 мм
Тип патрона	9 × 18 ПМ, ПММ
Емкость магазина	20
Масса снаряженная без приклада	1 кг
Масса снаряженная с прикладом	1,78 кг
Длина с кобурой-прикладом	540 мм
Длина без кобуры-приклада	225 мм
Высота со стандартным магазином	190 мм
Высота с увеличенным магазином	305 мм
Боевая скорострельность	80 выстр/мин
Начальная скорость пули	340 м/с
Прицельная дальность	200 м

Длинный ствол «АПС» сильнее разгонял пулю патрона 9 × 18ПМ, придавая ей дополнительную мощность, тем не менее, превосходство в мощности «АПС» не было

уж столь значительным патрон-то один и тот же, но, за неимением более мощного пистолета, даже столь незначительная разница между начальными скоростями пуль (всего 25 м/сек) ощущалась [2].

Но это – пехота и спецназ, которым часто приходится применять стрелковое оружие. Авиаторов же вполне устраивал маленький легкий «ПМ» и в мирное, и в военное время, потому что при высоких характеристиках современных реактивных самолетов и, в некоторых случаях, отсутствии авиации у противника, русским летчикам рубежа XX–XXI вв. крайне редко приходилось использовать пистолет. Правда, в ряде статей утверждается, что в период локальных войн 80-х и 90-х гг. российские летчики широко использовали и «АПС», но документального подтверждения этому заявлению нет.

Однако сегодня воюющие в Сирии российские авиаторы вооружены именно «АПС» – сбитый 03 февраля 2018 г. близ города Серакиб российский летчик Роман Николаевич Филипов также был вооружен пистолетом Стечкина [2].

При выполнении облёта зоны деэскалации «Идлиб» для контроля режима прекращения огня ведущий в паре российский штурмовик Су-25СМ под управлением майора Филипова был сбит выстрелом из переносного зенитного ракетного комплекса. Лётчик попытался удержать самолёт в воздухе и доложил, что атакован ракетой, после чего катапультировался. На земле пилот попал в окружение боевиков и погиб в последовавшем за этим бою: отстреливаясь от нападавших из пистолета Стечкина, был тяжело ранен, а затем подорвал себя гранатой со словами «Это вам за пацанов!». Ведомый командира звена штурмовиков поддерживал командира огнём с воздуха, выполнил несколько атак, отработал по машинам, которые приближались к оливковой роще, где был Роман. Уничтожил два автомобиля и покинул зону только по аварийному остатку топлива. Роману Филипову посмертно присвоено звание Героя Российской Федерации.

Этот случай показывает, что даже длинноствольному «АПС» не всегда под силу защитить летчика, чего не скажешь об автомате или пулемете...

09 января 1996 г. банда Салмана Радуева напала на дагестанский город Кизляр. Выстрелами из гранатометов были сожжены два вертолета Ми-8МТВ и топливозаправщик ПЗ-75, находившиеся на стоянке местного аэропорта.

Экипажам и инженерно-техническому составу пришлось принять бой как в аэропорту, так и в городе. У каждого авиатора имелся автомат «АК-74», пистолет Макарова, по несколько гранат РГД-7, а также два пулемета «РПК» у личного состава караула. Наличие подготовленных укрытий и отработанной схемы ведения огня позволили отбить нападение боевиков без собственных потерь среди личного состава [3].

06 августа 1996 г., в печально известный день штурма города Грозный, отрядами чеченских боевиков был сбит вертолет Ми-8МТ, выполнявший воздушную разведку подступов к городу. Экипаж совершил вынужденную посадку, при попытке его эвакуации были подбиты и загорелись еще два вертолета Ми-8МТ. Экипажи трех машин заняли круговую оборону и приняли неравный бой с нападавшими со всех сторон боевиками. Надо отметить, что в состав экипажей во время боевых вылетов назначались по два стрелка из солдат срочной службы, как правило, из спецназа внутренних войск МВД, вооруженные пулеметами «РПК» и «ПК». У летчиков же были только автоматы «АКС74У» и «ПМ». На бортах имелось достаточное количество патронов и гранат, что позволило в течение нескольких часов отражать атаки боевиков.

От неминуемой гибели летчиков спасли разведчики из 101-й отдельной бригады оперативного назначения внутренних войск МВД, пробившиеся к месту вынужденной посадки вертолетов. Уцелевший Ми-8 был заминирован разведчиками и подорван вместе с боевиками, пытавшимися снять с него бортовое оружие и блоки с неуправляемыми ракетами [3].

Экипажи всех трех вертолетов были вывезены к месту расположения основных сил 101-й ОБРОН. К сожалению, в этом бою был тяжело ранен и скончался начальник ПДС Краснодарской эскадрильи капитан Сергей Владимирович Забоев. В обоих случаях летчики обеспечивались более мощными, нежели «ПМ» или «АПС», автоматами «АКС74У», которые оказывали огромную поддержку в защите и давали шанс экипажам выйти из боя в полном составе.

«АКС74У» – компактный автомат на базе основного армейского, отличающийся от «АК-74» вдвое укороченным стволом и складывающимся прикладом. В остальном же механизмы, компоновка органов управления и общее устройство аналогичны «АК-74».

У укороченного автомата резко снизилась начальная скорость пули (до 735 м/с), что привело к снижению как прицельной, так и эффективной дальности огня – по сравнению с «АК-74», но даже в таком ослабленном виде компактный, а потому высокоомобильный «АКС74У» все равно остался значительно более мощным оружием, чем фактически «полицейский» пистолет Макарова. Автомат Калашникова складной укороченный неизмеримо превосходит и «ПМ», и «АПС» по дальности стрельбы и пробивной способности, не говоря уже о более высокой плотности огня в автоматическом режиме. Действительная дальность стрельбы для «АКС74У» теоретически заявлена в 360–400 м, в реальности же все зависит от умения стрелка, но в среднем до 300 м. Тем не менее, даже самая низкая цифра дальности эффективного поражения цели из «АКС74У» не идет ни в какое сравнение с эффективной дальностью «ПМ»: 25–30 м против «средних» 300 м. Не «дотягивает» до «АКС» и так любимый спецназом пистолет Стечкина: эффективная дальность стрельбы из «АПС» 150 м с пристегнутым прикладом и всего 50 м при стрельбе «с рук» [3].



Рисунок 5 – 5,45-мм автомат Калашникова складной укороченный

Таким образом, автомат стал более действенной защитой для летчика, чем какой-либо пистолет, но не в каждой кабине боевого самолета найдется для него место. В кабину вертолета или самолета дальней авиации автомат поместится без труда, но, что касается истребителя, штурмовика или фронтового бомбардировщика, то, как ни крути, автомат в кабину вряд ли поместится. И тут поднимается вопрос о разработке нового образца пистолета или пистолета-пулемёта, способного удовлетворить требованиям, которые диктует опыт ведения современных боевых действий: легкость, компактность, достаточная емкость магазина, приемлемая прицельная дальность и высокая проникающая способность пули.

Список литературы:

1. Жук А.Б. Стрелковое оружие, Револьверы, пистолеты, винтовки, пистолеты-пулеметы, автоматы. – М. : Воениздат, 1992. – 735 с.
2. Хайрулин М.А. Военлеты погибшей Империи / М.А. Хайрулин, В.И. Кондратьев. – М. : «Эксмо» Яуза, 2008. – 432 с.
3. Сапунов А.М. 40 лет авиации войск национальной гвардии РФ / А.М. Сапунов, А.И. Афиногенов // На боевом посту. – 2016. – 160 с.

УДК 621

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ В АВИАЦИИ



THE USE OF ELECTROMAGNETS IN AVIATION

Котлов И.Н.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Доценко М.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В работе представлена идея внедрения электромагнитов в летательные аппараты с целью их усовершенствования, посредством взаимодействия магнитных полей. Объектом идеи является технология взаимодействия магнитных полей электромагнитов.

Ключевые слова: электромагниты, сила отталкивания, эффективность.

Kotlov I.N.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Dotsenko M.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The paper presents the idea of introducing electromagnets into aircraft in order to improve them through the interaction of magnetic fields. The object of the idea is the technology of interaction of magnetic fields of electromagnets.

Keywords: electromagnets, repulsive force, efficiency.

Разгон, пробег, затрата топлива в процессе использования летательного аппарата, взлетная и посадочная масса: все эти аспекты далеки от совершенства. Ввиду чего, требуются новые технические решения для улучшения этих параметров.

Большинство аэродромов Российской Федерации не способны принять самолеты стратегической авиации, ввиду их большой массы и большого пробега при посадке, что сильно снижает боевую готовность страны в мирное и военное время. Также в случае аварийной посадки, нестандартной ситуации высока вероятность повредить составные части самолета при посадке на непредназначенный для этого аэродром.

Проблема палубной авиации заключается в сильной перегрузке, ввиду большой скорости старта и сильному тормозному ускорению, что сильно сказывается на здоровье летчика и техническом состоянии авиационной техники.

Отказ выпуска шасси, незакрытие замков шасси и другие ситуации, при которых вероятность посадить самолет без происшествий, кажется, почти невозможной.

Техническим решением данных проблем является установка электромагнитов на воздушное судно и ВПП или авианесущий крейсер.

Суть технологии

Основа этого технического решения изучается ещё в средней школе на уроках физики. Если поднести одинаковые полюса магнитов (северный к северному, южный к южному) они будут отталкиваться.

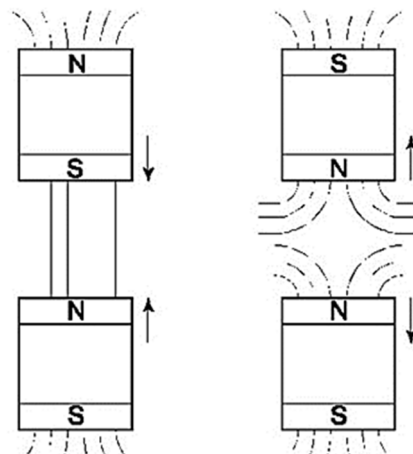


Рисунок 1

Суть этого технического решения заключается в определенном размещении взаимодействующих электромагнитов на ВПП (авианесущем крейсере) и летательном аппарате.

Основываясь на базовые знания электротехники, сила отталкивания (сила притяжения) магнита зависит от магнитного потока, который зависит от тока, подаваемого на обмотку электромагнита [1].

На любом летательном аппарате есть источники постоянного и переменного тока, благодаря которым на обмотки электромагнитов будет подаваться ток, вызывающий возникновение сильного магнитного поля.

Ввиду возможности использования повышающих и понижающих трансформаторов, на электромагнит можно подавать различный ток, тем самым менять силу отталкивания и подстраивать ее под самолеты различной массы.

Это позволяет использовать электромагниты как при посадке и взлете самолетов с малой взлетно-посадочной массой, так и с большой.

Взлет самолета характеризуется скоростью отрыва, длиной разбега и длиной взлетной дистанции.

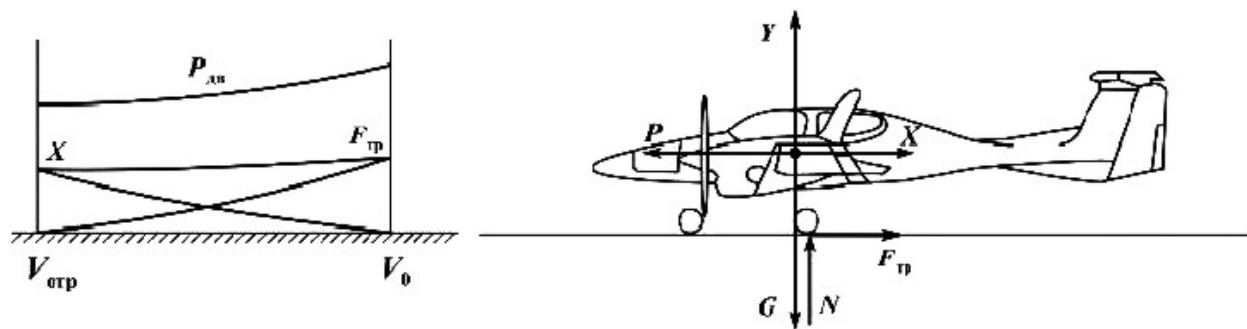


Рисунок 2

При разбеге на самолет действуют подъемная сила (Y_a), сила лобового сопротивления (X), сила веса самолета (G), сила тяги силовой установки (P), сила реакции ВПП ($N = G - Y$) и сила трения ($F_{тр}$). (рис. 1.)

$$Y_a = C_y \frac{\rho V^2}{2} S .$$

Формула подъемной силы.

Исходя из выше приведенной формулы, подъемная сила самолета по большей мере зависит от скорости. Используя представленную технологию достижение взлетной скорости будет происходить эффективнее, что позволит быстрее достигать требуемую подъемную силу для взлета самолета и снизит износ пневматиков, также за счет снижения силы веса самолета (X) и снижения времени контакта пневматиков с ВПП [5].

Возможные противоречия и пути их решения

Первой проблемой, которая может возникнуть при использовании данной технологии, это ее интеграция для самолётов с большой массой.

Сила притяжения электромагнита, а следовательно, и его магнитный поток зависят от величины тока, проходящего через обмотку этого электромагнита. Чем больше ток, тем больше сила притяжения электромагнита, и, наоборот, чем меньше ток в обмотке электромагнита, тем с меньшей силой он притягивает к себе магнитные тела. Но для различных по своему устройству и размерам электромагнитов сила их притяжения зависит не только от величины тока в обмотке. Если, например, взять два электромагнита одинакового устройства и размеров, но один с небольшим числом витков обмотки, а другой – с гораздо большим, то нетрудно убедиться, что при одном и том же токе сила притяжения последнего будет гораздо больше. Действительно, чем больше число витков обмотки, тем большее при данном токе создается вокруг этой обмотки магнитное поле, так как оно складывается из магнитных полей каждого витка. Значит, магнитный поток электромагнита, а следовательно, и сила его притяжения будут тем больше, чем большее количество витков имеет обмотка. Есть еще одна причина, влияющая на величину магнитного потока электромагнита. Это – качество его магнитной цепи. Магнит-

ной цепью называется путь, по которому замыкается магнитный поток. Магнитная цепь обладает определенным магнитным сопротивлением. Магнитное сопротивление зависит от магнитной проницаемости среды, через которую проходит магнитный поток. Чем больше магнитная проницаемость этой среды, тем меньше ее магнитное сопротивление.

Исходя из выше представленного, можно сделать вывод о том, что при соблюдении всех параметров силы отталкивания электромагнитов, сфера применения становится относительно неограниченной.

Вторым противоречием в предлагаемом решении может стать использование большого количества приборов, датчиков на самолете, точность показаний которых зависит от магнитного поля, ввиду чего электромагниты требуется экранировать.

Экранирование магнитного поля – это совокупность способов снижения напряженности постоянного или переменного поля в определенной области пространства. Магнитное поле, в отличие от электрического, полностью ослабить нельзя. В промышленности наибольшее воздействие на окружающую среду оказывают поля рассеяния, возникающие при работе трансформаторов, постоянных магнитов, силовых установок и цепей. Они могут полностью нарушать нормальную работу соседних приборов. Чаще всего используется 2 метода защиты [2]:

- Применение экранов, изготовленных из сверхпроводящих или ферромагнитных материалов. Это эффективно при наличии постоянного или низкочастотного магнитного поля.
- Компенсационный способ (гашение вихревыми токами). Вихревые токи – это объемные электрические токи, которые возникают в проводнике при изменении магнитного потока. Данный способ показывает наилучшие результаты для высокочастотных полей.

Принципы экранирования магнитного поля основаны на закономерностях распространения магнитного поля в пространстве. Соответственно для каждой из перечисленных выше методик они заключаются в следующем:

1. Если поместить катушку индуктивности в кожух (Рисунок 3.), сделанный из ферромагнетика, то линии индукции внешнего магнитного поля пройдут по стенкам защитного экрана, так как он имеет меньшее магнитное сопротивление по сравнению с пространством внутри него. Те силовые линии, которые наводятся самой катушкой, также почти все замкнутся на стенки кожуха. Для наилучшей защиты в этом случае необходимо выбирать ферромагнитные материалы, которые обладают высокой магнитной проницаемостью. На практике чаще всего используют сплавы железа. Для того чтобы повысить надежность экрана, его изготавливают толстостенным или сборным из нескольких кожухов.

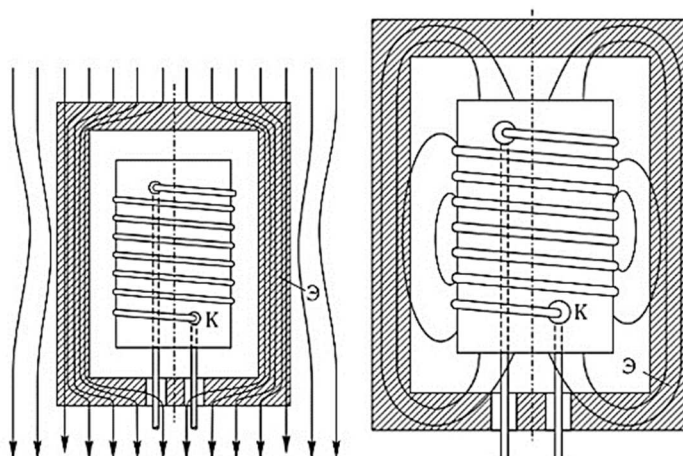


Рисунок 3

2. При втором методе ослабление внешнего магнитного поля происходит в результате наложения на него другого поля, индуцированного кольцевыми вихревыми токами [3].

Его направление обратно линиям индукции первого поля. При увеличении частоты ослабление будет более выраженным. Для экранирования в этом случае исполь-

зуют пластинки в виде кольца из проводников с малым удельным сопротивлением. В качестве экранов-кожухов чаще всего применяются коробки в форме цилиндров, изготовленные из меди или алюминия.

Для наибольшей эффективности технологии, самолет можно оборудовать выпускными электромагнитами, на жесткой несущей конструкции, что позволит снизить до минимума расстояние между электромагнитами летательного аппарата и электромагнитами взлетно-посадочной полосы, ввиду чего сила отталкивания будет максимальной.

Примеры сфер использования электромагнитов

В мире широко используются технологии, суть которых заключается в использовании магнитных полей. Наиболее схожим с, выше приведённым, является, так называемый, «Маглев» – поезд или трамвай, удерживаемый над полотном дороги, движимый и управляемый силой электромагнитного поля.

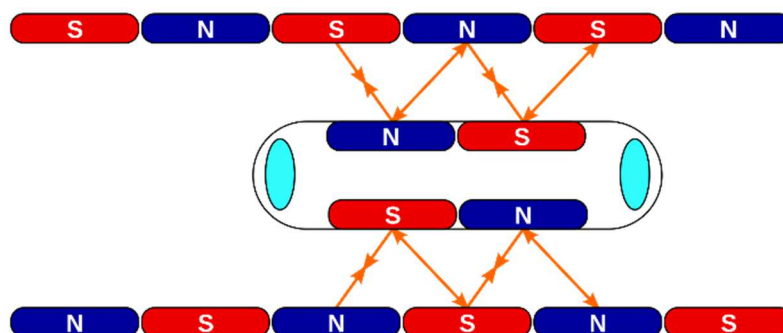


Рисунок 4

Если магниты установить на дороге и вагоне, повернуть их одноимённые полюса друг к другу, то вагон поднимется. Нужно только рассчитать силу магнитов. При этом исключаются силы трения о дорогу и для движения вагона надо приложить меньшее усилие [4].

Реализация данного вида транспорта широко распространена в таких странах, как Великобритания, Германия, Россия, Китай, Япония, Южная Корея. Это дает понимание того, что использование электромагнитов в авиации является реально осуществимой задачей, ведь развитие не стоит на месте и авиация должна идти в ногу с техническим прогрессом.

Использование данной технологии позволяет исключить ряд авиационных происшествий, связанных с выездом за пределы ВПП, так как сила тяжести самолёта уменьшится за счёт сил отталкивания электромагнитов, ввиду чего снизится пробег, что увеличит количество посадочных аэродромов для стратегической и военно-транспортной авиации.

Снижение силы тяжести самолёта позволит уменьшить время разгона летательного аппарата до его взлётной скорости, ввиду чего снизится необходимое расстояние для его разбега.

При отказе выпуска шасси, летчику почти невозможно безаварийно посадить самолет на ВПП, но благодаря снижению силы тяжести, возможность безопасно посадить самолет многократно увеличивается [5].

Таким образом, использование электромагнитов в авиации обеспечивает повышение вероятности безопасной посадки, взлета с авианесущего крейсера, снижение расхода топлива, снижение износа пневматиков за счет привлечения сторонних сил, упрощение процесса посадки летательного аппарата, за счет уменьшения силы тяжести.

Ввиду чего использование электромагнитов в авиации повышает качество и эффективность множества параметров летательного аппарата, следовательно имеет место быть в авиации и, быть может, станет новым шагом в её развитии.

Список литературы:

1. Медведев Ю.С. Использование комплексного подхода к защите информационных систем программными методами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научно информационный сборник. – 2020. – № 7. – С. 24–26.

2. Медведев Ю.С. Структура углубленного трафика информационной сети / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Министерство обороны Российской Федерации, КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 370–372.
3. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

УДК 621.315.5/6, 621.78

**НАПЫЛЕНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ,
МАГНЕТРОННЫМ И КАТОДНЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ**



**SPRAYING OF PLASMA COATINGS BY ELECTRIC ARC,
MAGNETRON AND CATHODE SPRAYING**

Панков В.П.

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

Панков Д.В.

Министерство обороны РФ
kvvaul@mil.ru

Швецов А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Степанова М.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Коссой В.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Целью исследований является рассмотрение электродуговых, магнетронных, катодных методов напыления и распыления; а также описание и работа установок, используемых в данных методах. Получены аналитические и численные решения, обеспечивающие получение покрытий из нитридов, карбидов и окислов с заданной стехиометрией состава.

Ключевые слова: вакуумное напыление, электродуговое напыление, распыление ионной бомбардировкой, катодное распыление, магнетронное распыление, высокочастотное распыление.

Pankov V.P.

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

Pankov D.V.

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

Shvetsov A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kossov V.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The purpose of the research is to consider electric arc, magnetron, cathode sputtering and sputtering methods; as well as the description and operation of the installations used in these methods. Analytical and numerical solutions have been obtained for obtaining coatings from nitrides, carbides and oxides with a given stoichiometry of composition.

Keywords: vacuum sputtering, electric arc sputtering, ion bombardment sputtering, cathode sputtering, magnetron sputtering, high-frequency sputtering.

Целью исследований является рассмотрение основных методов напыления и распыления в вакууме; физико-химических процессов, а также описание и работа установок, используемых в данных методах [1,2,3].

Электродуговое напыление [4].

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. 1). Принципиально возможно использование различных форм стационарной вакуумной дуги (дуга с холодным расходуемым катодом; дуга с распределенным разрядом на горячем расходуемом катоде; дуга с нерасходуемым полым катодом, горящая в парах материала анода), существование которых обусловлено принципиально различным протеканием самосогласованных процессов генерации вещества и эмиссии электронов с катода. Однако широкое применение нашла лишь первая форма вакуумной дуги.

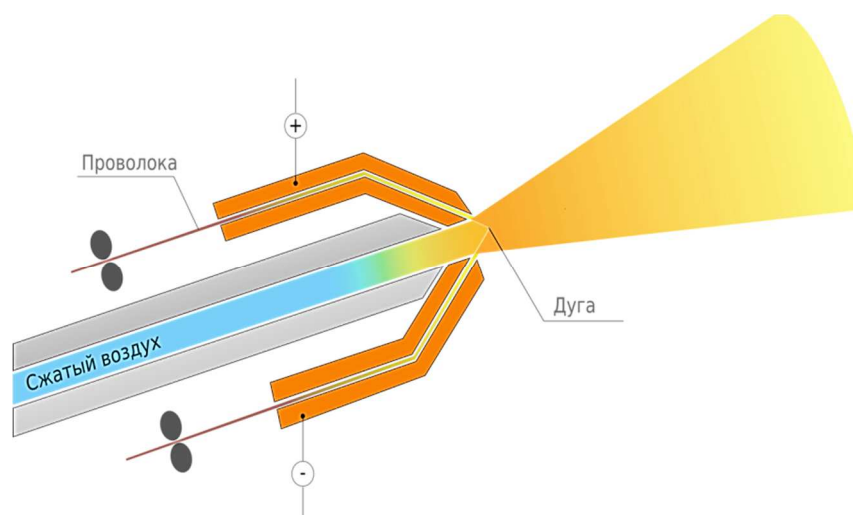


Рисунок 1 – Электродуговое напыление

Электрическая дуга с холодным расходуемым катодом реализуется в диапазоне давлений от сотен атмосфер до сколь угодно низких и представляет собой низковольтный ($U = 10\text{--}30\text{ В}$) сильноточный ($I = 10^1\text{--}10^4\text{ А}$) разряд, горящий в парах материала катода. При этом генерация материала катода осуществляется катодными пятнами вакуумной дуги. В катодных пятнах также протекают локальные процессы интенсивной электронной эмиссии. Число катодных пятен пропорционально току дуги, плотность тока в пятне очень высока и составляет $10^5\text{--}10^7\text{ А/см}^2$, концентрация мощности в катодном пятне – $10^7\text{--}10^8\text{ Вт/см}^2$.

Испарение материала катода из области катодного пятна (с характерными размерами $10^{-4} - 10^{-2}\text{ см}$) осуществляется под действием низковольтного ионного пучка. При этом часть продуктов испарения возвращается в виде ионного тока на катод (поддерживая процессы генерации и эмиссии электронов), 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 (размеры частиц от нескольких микрон и ниже), паровую и ионизированную фазы (ионы различной кратности). 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.

Основные параметры, характеризующие установки для нанесения покрытий вакуумным электродуговым способом:

- удельная скорость испарения – $2 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-3}\text{ г / (см}^2 \cdot \text{с)}$;
- эффективность процесса испарения – $2 \times 10^{-6} - 10^{-5}\text{ г / Дж}$;
- степень ионизации – 10–90 %;
- энергия генерируемых частиц – 10–100 эВ;
- скорость осаждения ~5 нм/с.

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.

Распыление ионной бомбардировкой [5].

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.

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

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 несколько 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 (рис. 2).

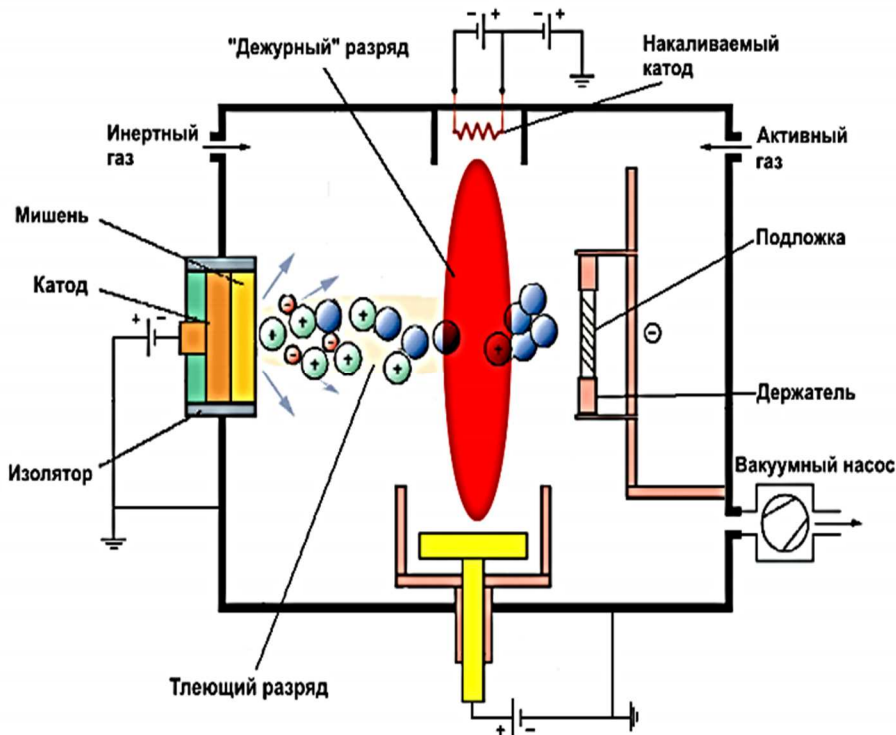


Рисунок 2 – Принцип действия устройств ионного распыления

Так развивается лавинообразный процесс появления в газовой среде двух видов заряженных частиц, и газ, будучи в нормальных условиях электрическим изолятором, становится проводником.

Процесс распыления ионной бомбардировкой является «холодным» процессом, так как атомарный поток вещества на подложку создаётся путём бомбардировки поверхности твёрдого образца (мишени) ионами инертного газа и возбуждения поверхности атомов до энергии, превышающей энергию связи с соседними атомами. Необходимый для этого поток ионов создаётся в электрическом газовом разряде, для чего давление газа в рабочей камере должно быть в пределах $(0,1 \times 10)$ Па, т.е. на несколько порядков более высокое, чем в камере установки. Последнее обстоятельство приводит к рассеиванию потока атомов с мишени и повышению равномерности толщины осаждаемых плёнки до $\pm 1\%$, причём без применения дополнительных устройств.

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.

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.

Катодное распыление.

Катодное распыление – одна из разновидностей распыления ионной бомбардировкой постепенно вытесняется более совершенными процессами высокочастотного и магнетронного распыления (рис. 3) [6].

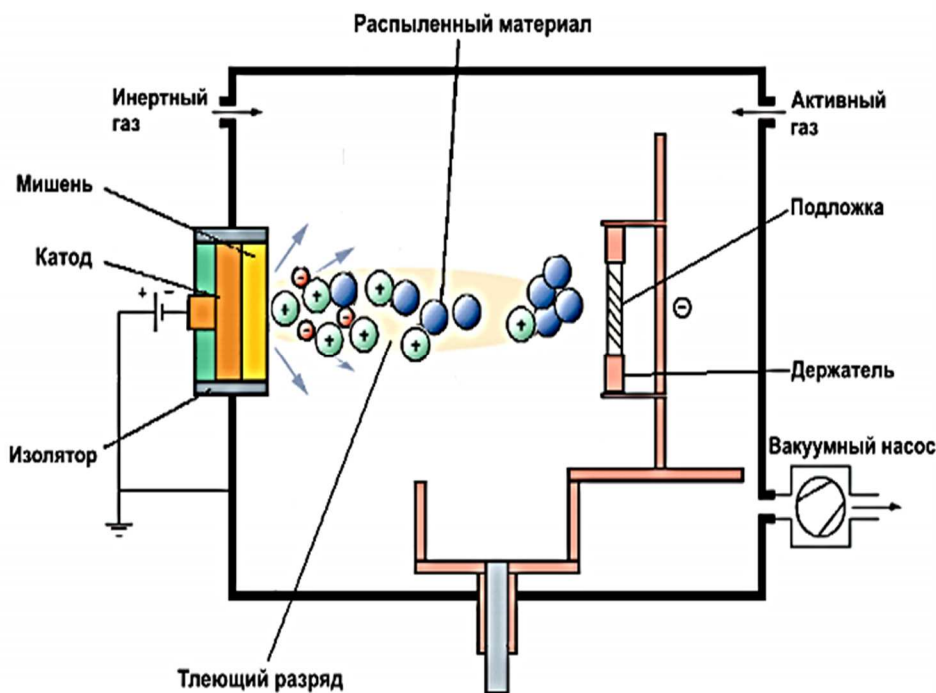


Рисунок 3 – Установка катодного распыления

Питание осуществляется постоянным напряжением, нижний электрод с подложками заземлён 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. Осво-

божденный 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.

Магнетронное распыление.

К ограничениям и недостаткам процесса катодного распыления относятся [1–3]:

- возможность распыления только проводящих материалов, способных эмитировать 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 объёме рабочей камеры.

Разновидностью методов на основе тлеющего разряда является магнетронное распыление (рис. 4).

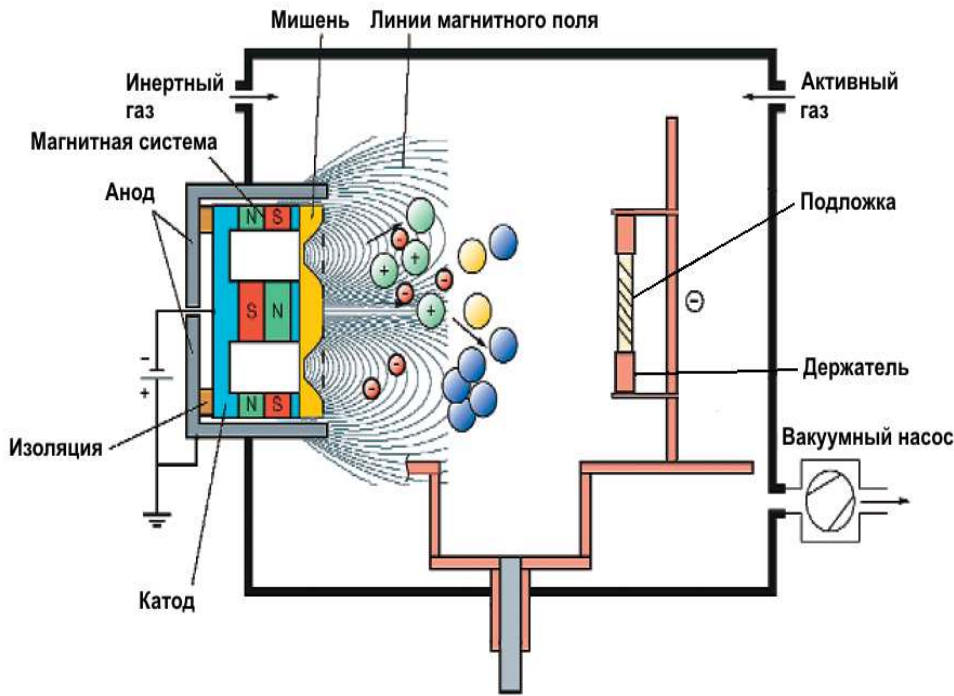


Рисунок 4 – Магнетронное распыление

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 .

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 элек-

троны 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.

Основные параметры магнетронных систем ионного распыления:

- удельная скорость распыления – $(4-40) \times 10^{-5} \text{ г}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$;
- эффективность процесса генерации (по меди) – $3 \times 10^{-5} \text{ г}/\text{Дж}$;
- энергия генерируемых частиц – 10–20 эВ;
- энергия осаждаемых частиц – 0,2–10,0 эВ;
- скорость осаждения 10–60 нм/с;
- рабочее давление – $(5-50) \times 10^{-2} \text{ Па}$.

К основным достоинствам магнетронных распылительных систем следует отнести:

- высокие скорости распыления при низких рабочих напряжениях ($\approx 500 \text{ В}$) 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.

Высокочастотное распыление.

Металлы и полупроводниковые материалы обычно распыляют при постоянном напряжении на мишени [1, 2].

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).

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. 5).

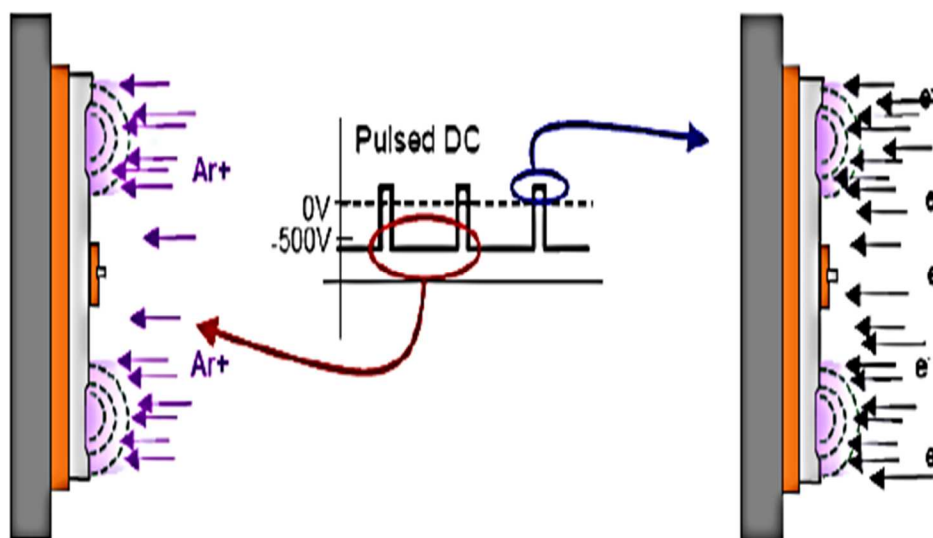


Рисунок 5 – Высокочастотное распыление

Основные параметры, достижимые в установках ВЧ-распыления материалов:

- удельная скорость распыления – $2 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-6}$ г/(см²·с);
- эффективность процесса распыления (по меди) – 6×10^{-7} г/Дж;
- энергия генерируемых частиц – 10–200 эВ;
- скорость осаждения – 0,3–3,0 нм/с;
- энергия осаждаемых частиц – 0,2–20 эВ;
- рабочее давление в камере установки – 0,5–2,0 Па.

Для того, чтобы управлять процессами напыления, получать качественные покрытия необходимо разработать теоретические методы определения температурных полей и полей напряжений в телах с изменяемой геометрией [7, 8, 9, 10].

Процесс плазодинамического упрочнения покрытий осуществляется на основе решения следующей системы дифференциальных уравнений [11, 12, 13]:

1 стадия – твёрдые фазы:

$$c_i \rho_i \frac{\partial T_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial z} \right),$$

$i = 1$ – оксидное покрытие, $z \in [0; h_1]$;

$i = 2$ – металлическое покрытие, $z \in [h_1, h_2]$;

$i = 3$ – основа, $z \in [h_2, \infty]$,

$$T_1 = T_2, \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial z}, z = h_1$$

$$T_2 = T_3, \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial z} = \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial z}, z = h_2$$

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} = q(t) - \varepsilon \sigma (T_1^4 - T_{CM}^4), z = 0,$$

$$T_3 = T_0, z \rightarrow \infty, T_1 = T_2 = T_3 = T_0, t = 0.$$

2 стадия-плавление оксидного покрытия:

$$c \rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{dT}{dz} \right), z \in [0, \eta(t)],$$

$$c_1 \rho_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} \right), z \in [\eta(t), h_1],$$

$$T_1 = T = T_{пл}, z = \eta(t),$$

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} - \lambda \frac{dT}{dz} = \alpha \rho \frac{\partial h}{\partial t}, z = \eta(t),$$

$$\lambda \frac{dT}{dz} = q(t) - \varepsilon \sigma (T_1^4 - T_{CM}^4) - q_s(T),$$

$$q_s(T) = \frac{\sigma_n \Phi}{\sqrt{2\pi RT(0,t)}} P_s \exp \left[\frac{\sigma_n}{R} \left(1 - \frac{T_s}{T(0,t)} \right) \right].$$

Получены численные решения, обеспечивающие оценку и управление тепловой напряжённостью и зоной проплавления при импульсном плазодинамическом и лазерном упрочнении многослойных систем покрытий.

Уравнение кинетики заполнения адсорбционного слоя:

$$\begin{cases} \frac{dn_M}{dt} = j_{Me} \left(\frac{n_r - 2n_M}{n_r} \right) - \frac{n_M}{\tau_D} - \frac{n_M}{\tau_X} - \frac{n_M}{\tau_H} \\ \frac{dn_{N_2}}{dt} = \alpha_T j_{N_2} \left(\frac{n_r - 2n_{N_2} - n_M}{n_r} \right) - \frac{n_{N_2}}{\tau_{1,D}} - \frac{n_{N_2}}{\tau'_H} \end{cases}$$

Уравнения кинетики роста покрытия:

$$\begin{cases} (j_M)_H = \frac{n_M}{\tau_X} + \frac{n_M}{\tau_H} + j \\ (j_{N_2})_H = \frac{n_{N_2}}{\tau_{X,N}} + \frac{n_{N_2}}{\tau'_H} + j_N^+ \\ j_{TiN} = 2(j_{N_2})_H \\ V = \rho^{-1} (m_{TiN} j_{TiN} + m_M [(j_M)_H - 2(j_{N_2})_H]) \end{cases}$$

где:

$$\tau_H^{-1} = S_A [(1 - \alpha_{P,1})j_i + (1 - \alpha_{P,2})j_N^+],$$

$$\tau_D = \tau_0 \exp \left\{ \frac{E_D}{kT} \right\}; \tau_X = \sigma \tau_0 \exp \left\{ \frac{E_D}{kT} \right\}.$$

Оптимальное покрытие:

$$(j_M)_H = 2(j_{N2})_H.$$

Получены аналитические и численные решения, обеспечивающие получение покрытий из нитридов, карбидов и окислов с заданной стехиометрией состава.

Список литературы:

1. Панков В.П. *Материаловедение и технология конструкционных материалов. Технологические процессы производства и ремонта летательных аппаратов и авиационных двигателей* : учеб. пособие / В.П. Панков, А.Л. Бабаян, В.И. Табырца, А.А. Швецов Краснодарское ВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар, 2020. – С. 328.
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. *Исследование характеристик износостойкости покрытий и наплавленных материалов для восстановления изделий из чугуна* / В.П. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 9(153). – С. 387–392.
4. Панков В.П. *Анализ микроволнового излучения печей СВЧ с разработкой технологических мероприятий по его снижению* / В.П. Панков, А.В. Баженов, В.А. Соловьев // НаукаПарк. – 2014. – № 2-2(22). – С. 47–51.
5. *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.
6. *Исследование электромагнитной проницаемости плазменных покрытий на углеродном волокне* / П.В. Панков, А.В. Баженов, Д.В. Панков, И.П. Шепеть // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – № 4(148). – С. 174–179.
7. Панков В.П. *Исследование способов удаления покрытий с лопаток турбин газотурбинных двигателей* / П.В. Панков // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2016. – № 11(143). – С. 32–36.
8. *Алгоритм определения ошибок ориентации подвижных ортогональных систем координат* / И.П. Шепеть, В.П. Панков, Д.В. Бондаренко, Л.Н. Королькова // НаукаПарк. – 2015. – № 4(34). – С. 89–93.
9. Степанов В.В. *Планирование эксперимента при поиске эффективных условий протекания технологического процесса* / В.В. Степанов, М.В. Степанова, Ю.А. Савицкий // 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. 279–283.
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 летчиков имени Героя Советского Союза А.К.Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С.140–145.
11. 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.
12. Степанов В.В. *Применение технологии экспертной системы при построении интеллектуальных систем поддержки принятия решений* / В.В. Степанов, К.М. Липин, М.В. Степанова // В сборнике: VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 57-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2018. – С. 150–155.
13. *To the questions of finding the optimal power loss electric networks based upon solutions of transport problems by the potential method* / V.N. Laptev, V.V. Stepanov, V.A. Atroschenko, Y.A. Kabankov, M.V. Stepanova // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 120. – № 6. – С. 1.

УДК 621.01

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ
ШЕСТОГО ПОДСЕМЕЙСТВА ПЕРВОГО СЕМЕЙСТВА



STRUCTURAL SYNTHESIS OF THE MECHANISMS
OF THE SIXTH SUBFAMILY OF THE FIRST FAMILY

Вовкотруб В.В.

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

Аннотация. В статье рассмотрены основы структурного синтеза механизмов шестого подсемейства первого семейства. Найден полный состав решений для данного подсемейства при сложности базисного звена цепи равной трем, подвижности механизмов равной единице и числе подвижных звеньев от трех до семи. Полученные решения позволяют найти все без исключения структурные схемы механизмов шестого подсемейства первого семейства при заданных параметрах.

Ключевые слова: механизмы шестого подсемейства первого семейства, синтез структуры механизма, подвижность, базисное звено цепи, кинематическая пара.

Vovkotrub V.V.

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

Abstract. The article considers the fundamentals of the structural synthesis of the mechanisms of the sixth subfamily of the first family. The complete set of solutions for this subfamily is found for the complexity of the basic chain link equal to three, the mobility of mechanisms equal to one and the number of moving links from three to seven. The solutions obtained make it possible to find all, without exception, structural diagrams of the mechanisms of the sixth subfamily of the first family for given parameters.

Keywords: mechanisms of the sixth subfamily of the first family, synthesis of the mechanism structure, mobility, basic chain link, kinematic pair.

Полный системный синтез структур механизмов шестого подсемейства первого семейства возможен при разделении их на виды в зависимости от сложности базисного звена и при учете всего многообразия кинематических пар третьего и пятого классов.

Сложность базисного звена цепи (τ – угольника) зависит от числа его геометрических элементов (τ), которыми оно присоединяется к другим звеньям, образуя кинематические пары. В зависимости от числа τ все механизмы делятся на виды [1]. К первому виду относятся механизмы с однопарным звеном ($\tau = 1$), ко второму виду – с двухпарным звеном ($\tau = 2$), к третьему виду – с трехпарным ($\tau = 3$) и т.д.

Обратимся к вопросу о синтезе структур механизмов шестого подсемейства первого семейства. Используя для этих целей совместно универсальную структурную систему [1] и структурную формулу механизмов шестого подсемейства, получим исходную систему уравнений:

$$\begin{cases} p = \tau + (\tau - 1)n_{(\tau-1)} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{(\tau-1)} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{1(6)} = 5n - 4p_5 - 2p_3, \end{cases} \quad (1)$$

где $W_{1(6)}$ – подвижность механизмов шестого подсемейства первого семейства ($W_{1(6)} = 1$); n – общее число подвижных звеньев; τ – число геометрических элементов наиболее сложного звена кинематической цепи; n_i – число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар; p – общее число кинематических пар цепи, $p = p_5 + p_3$, p_5 – число пар V класса, p_3 – число пар III класса.

Система уравнений (1) позволяет находить все возможные структуры механизмов шестого подсемейства первого семейства по двум задаваемым независимым параметрам: τ , W . Решение системы сводится к отысканию параметров p_5 , p_3 и n_i .

Для шестого подсемейства: $p_5 \neq 0$, $p_3 \neq 0$.

При $\tau = 1$ система (1) не может иметь решений, т.к. минимальное число кинематических пар $p = p_5 + p_3$ должно быть равным 2.

При $t = 2$ получим систему:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 2 + n_1, \\ n = 1 + n_1, \\ 4p_5 + 2p_3 = 5n - 1. \end{cases} \quad (2)$$

Подставим $n_1 = n - 1$ в первое уравнение системы (2), и выразим из него p_3 :

$$p_3 = 1 + n - p_5, \quad (3)$$

Подставим значение p_3 из (3) в третье уравнение системы (2) и получим:

$$3n = 3 + 2p_5. \quad (4)$$

Подставим $p_3 = 1$ в (3) и получим:

$$n = p_5 \quad (5)$$

Система из уравнений (4) и (5) имеет единственное решение: $p_5 = 3$.

Таким образом, при $t = 2$ и условии, что $p_5 \neq 0$, $p_3 \neq 0$ система (2) имеет единственное решение:

$$n = 3, n_1 = 2, p_5 = 3, p_3 = 1. \quad (I)$$

Начнем поиск структур механизмов шестого подсемейства, при условии $t = 3$. Система уравнений (1) в этом случае примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1, \\ 4p_5 + 2p_3 = 5n - 1. \end{cases} \quad (6)$$

Из третьего уравнения системы (6) выразим n :

$$n = \frac{(4p_5 + 2p_3) + 1}{5}. \quad (7)$$

Работоспособные структуры механизмов возможны, если скобка $(4p_5 + 2p_3)$ согласно (7), при $n = 2, 3, 4, 5$ и т.д. будет принимать значения, соответственно, из ряда 9, 14, 19, 24 и т.д. через 5.

Выразим из второго уравнения системы (6) n_1 :

$$n_1 = n - n_2 - 1, \quad (8)$$

и подставив его в первое уравнение системы (6), получим:

$$p_5 + p_3 = 2 + n + n_2. \quad (9)$$

Тогда для $t = 3$ получим исходную систему:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 2 + n + n_2, \\ n_1 = n - n_2 - 1, \\ 4p_5 + 2p_3 = 5n - 1. \end{cases} \quad (10)$$

Для случая $n = 3$ по (8): $n_1 = 2 - n_2$, а $p_5 + p_3 = 5 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 5 + n_2, \\ 4p_5 + 2p_3 = 14. \end{cases} \quad (11)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 2$, $p_5 + p_3 = 5$.

Тогда система (11) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 5, \\ 4p_5 + 2p_3 = 14. \end{cases} \quad (12)$$

Система (12) имеет единственное решение:

$$n = 3, n_1 = 2, n_2 = 0, p_5 = 2, p_3 = 3. \quad (II)$$

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 1$, $p_5 + p_3 = 6$.

Тогда система (11) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 6, \\ 4p_5 + 2p_3 = 14. \end{cases} \quad (13)$$

Система (13) имеет единственное решение:

$$n = 3, n_1 = 1, n_2 = 1, p_5 = 1, p_3 = 5. \quad (III)$$

Для случая $n = 4$ по (8) $n_1 = 3 - n_2$, а $p_5 + p_3 = 6 + n_2$.

Тогда система (12) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 6 + n_2, \\ 4p_5 + 2p_3 = 19. \end{cases} \quad (14)$$

Система (14) не имеет решений.

Для случая $n = 5$ по (8) $n_1 = 4 - n_2$, а $p_5 + p_3 = 7 + n_2$.

Тогда система (12) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 7 + n_2, \\ 4p_5 + 2p_3 = 24. \end{cases} \quad (15)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 4$, а $p_5 + p_3 = 7$.

Тогда система (15) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 7, \\ 4p_5 + 2p_3 = 24. \end{cases} \quad (16)$$

Система (16) имеет единственное решение:

$$n = 5, n_1 = 4, n_2 = 0, p_5 = 5, p_3 = 2. \quad (IV)$$

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 3$, а $p_5 + p_3 = 8$.

Тогда система (15) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 8, \\ 4p_5 + 2p_3 = 24. \end{cases} \quad (16)$$

Система (16) имеет единственное решение:

$$n = 5, n_1 = 3, n_2 = 1, p_5 = 4, p_3 = 4. \quad (V)$$

Задаваясь $n_2 = 2$, получим $n_1 = 2$, а $p_5 + p_3 = 9$.

Тогда система (15) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 9, \\ 4p_5 + 2p_3 = 24. \end{cases} \quad (17)$$

Система (17) имеет единственное решение:

$$n = 5, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 3, p_3 = 6. \quad (VI)$$

Задаваясь $n_2 = 3$, получим $n_1 = 1$, а $p_5 + p_3 = 10$.

Тогда система (15) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 10, \\ 4p_5 + 2p_3 = 24. \end{cases} \quad (18)$$

Система (18) имеет единственное решение:

$$n = 5, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_3 = 8. \quad (VII)$$

Для случая $n = 6$ по (8) $n_1 = 5 - n_2$, а $p_5 + p_3 = 8 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 8 + n_2, \\ 4p_5 + 2p_3 = 29. \end{cases} \quad (23)$$

Система (23) не имеет решений.

Для случая $n = 7$ по (8) $n_1 = 6 - n_2$, а $p_5 + p_3 = 9 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 9 + n_2, \\ 4p_5 + 2p_3 = 34. \end{cases} \quad (23)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 6$, а $p_5 + p_3 = 9$.
Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 9, \\ 4p_5 + 2p_3 = 34. \end{cases} \quad (24)$$

Система (24) имеет единственное решение:

$$n = 7, n_1 = 6, n_2 = 0, p_5 = 8, p_3 = 1. \quad (\text{VIII})$$

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 5$, а $p_5 + p_3 = 10$.
Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 10, \\ 4p_5 + 2p_3 = 34. \end{cases} \quad (25)$$

Система (25) имеет единственное решение:

$$n = 7, n_1 = 5, n_2 = 1, p_5 = 7, p_3 = 3. \quad (\text{IX})$$

Задаваясь $n_2 = 2$, получим $n_1 = 4$, а $p_5 + p_3 = 11$.
Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 11, \\ 4p_5 + 2p_3 = 34. \end{cases} \quad (26)$$

Система (26) имеет единственное решение:

$$n = 7, n_1 = 4, n_2 = 2, p_5 = 6, p_3 = 5. \quad (\text{X})$$

Задаваясь $n_2 = 3$, получим $n_1 = 3$, а $p_5 + p_3 = 12$.
Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 12, \\ 4p_5 + 2p_3 = 34. \end{cases} \quad (27)$$

Система (26) имеет единственное решение:

$$n = 7, n_1 = 3, n_2 = 3, p_5 = 5, p_3 = 7. \quad (\text{XI})$$

Задаваясь $n_2 = 4$, получим $n_1 = 2$, а $p_5 + p_3 = 13$.
Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 13, \\ 4p_5 + 2p_3 = 34. \end{cases} \quad (28)$$

Система (28) имеет единственное решение:

$$n = 7, n_1 = 2, n_2 = 4, p_5 = 4, p_3 = 9. \quad (\text{XII})$$

Задаваясь $n_2 = 5$, получим $n_1 = 1$, а $p_5 + p_3 = 14$.
Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_3 = 14, \\ 4p_5 + 2p_3 = 34. \end{cases} \quad (29)$$

Система (29) имеет единственное решение:

$$n = 7, n_1 = 1, n_2 = 5, p_5 = 3, p_3 = 11. \quad (\text{XIII})$$

Сведем полученные решения в таблицу 1.

Таблица 1 – Полный состав решений для шестого подсемейства первого семейства механизмов при $t = 3$ и числе подвижных звеньев от 3 до 7

Число подвижных звеньев n	Решения, описывающие организацию механизмов из n_i и p_k
3	$n = 3, n_1 = 2, n_2 = 0, p_5 = 2, p_3 = 3$
3	$n = 3, n_1 = 1, n_2 = 1, p_5 = 1, p_3 = 5$
4	нет решений
5	$n = 5, n_1 = 4, n_2 = 0, p_5 = 5, p_3 = 2$
5	$n = 5, n_1 = 3, n_2 = 1, p_5 = 4, p_3 = 4$
5	$n = 5, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 3, p_3 = 6$

Окончание таблицы 1

5	$n = 5, n_1 = 1, n_2 = 3, p_5 = 2, p_3 = 8$
6	нет решений
7	$n = 7, n_1 = 6, n_2 = 0, p_5 = 8, p_3 = 1$
7	$n = 7, n_1 = 5, n_2 = 1, p_5 = 7, p_3 = 3$
7	$n = 7, n_1 = 4, n_2 = 2, p_5 = 6, p_3 = 5$
7	$n = 7, n_1 = 3, n_2 = 3, p_5 = 5, p_3 = 7$
7	$n = 7, n_1 = 2, n_2 = 4, p_5 = 4, p_3 = 9$
7	$n = 7, n_1 = 1, n_2 = 5, p_5 = 3, p_3 = 11$

Аналогично могут быть найдены структуры механизмов шестого подсемейства первого семейства для других значений t и n .

Используя данные таблицы 1 можно найти все без исключения структурные схемы механизмов шестого подсемейства первого семейства при заданных параметрах.

Список литературы:

1. Дворников Л.Т. Универсальная структурная классификация механизмов. – Новокузнецк : Машиностроение, 2011. – № 21. – С. 4–37.
2. Медведев Ю.С. Использование комплексного подхода к защите информационных систем программными методами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научно информационный сборник. – 2020. – № 7. – С. 24–26.
3. Медведев Ю.С. Структура углубленного трафика информационной сети / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Министерство обороны Российской Федерации, КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 370–372.
4. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
5. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

УДК 355.4

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ САМОЛЕТОВ
С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ВЗЛЕТОМ



PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT
OF VERTICAL TAKE-OFF AIRCRAFT

Коханий А.Ф.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Чеснов Ю.Н.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Зе Зе Франк Телли

Республика Камерун
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье авторы проводят исследование и рассматривают исторические этапы развития отечественных самолетов вертикального взлета и посадки (СВВП), от появления идеи до её практического применения. Объектом исследования является советский самолет вертикального взлета и посадки Як-38.

Ключевые слова: самолет, вертикальный взлет, подъемно-маршевый двигатель, принудительное катапультирование, крыло, скорость, модификация, оборудование, дальность полета, тяга двигателя.

Kohaniy A.F.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Chesnov Yu.N.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Ze Ze Frank Telly

Republic of Cameroon
kvvaul@mil.ru

Abstract. In the article, the authors conduct a study and consider the historical stages in the development of domestic vertical takeoff and landing aircraft (VTOL) from the appearance of an idea to its practical application. The object of the study is the Soviet vertical takeoff and landing aircraft Yak-38.

Keywords: aircraft, vertical takeoff, sustainer engine, ejection, wing, speed, modification, equipment, flight range, engine thrust.

Самолёт вертикального взлёта и посадки (СВВП; англ. *VTOL, Vertical Take-off and Landing*) – самолёт, способный взлетать и садиться при нулевой горизонтальной скорости, используя тягу двигателя, направленную вертикально.

Принципиальным отличием СВВП от различных винтокрылых машин является то, что в режиме горизонтального полёта на крейсерской скорости, как и у самолёта традиционной схемы, подъёмную силу создаёт неподвижное крыло. FAA определяет СВВП как «летательный аппарат тяжелее воздуха, способный к вертикальному взлёту и посадке, полёту на малых скоростях, который на указанных режимах использует устройства для создания подъёмной силы, приводимые двигателем или непосредственно тягу двигателя: а в режиме горизонтального полёта для создания подъёмной силы использует неподвижное крыло или крылья» [1]. Существуют, однако, различные подходы к классификации СВВП и отнесения различных летательных аппаратов к этой группе. Условно (исходя из принципа создания подъёмной силы на вертикальных режимах) существующие СВВП можно разделить на аппараты, использующие энергию газовой струи реактивного двигателя – реактивные (например McDonnell Douglas AV-8 Harrier II, Як-38) – и другие аппараты, использующие вертикальную тягу воздушных винтов различной конструкции и схемы их расположения – винтовые СВВП (аэрогибриды), конвертопланы (например Bell V-22 Osprey) [5].

Разработка самолётов ВВП началась впервые в 1950-х годах, когда был достигнут соответствующий технический уровень турбореактивного и турбовинтового двигателестроения, что вызвало повсеместную заинтересованность в самолётах этого типа как среди потенциальных военных пользователей, так и в конструкторских бюро. Значительным импульсом в пользу развития СВВП послужило и широкое распространение в ВВС различных стран скоростных реактивных истребителей с высокими взлётными и посадочными скоростями. Такие боевые самолёты требовали длинных взлётно-посадочных полос с твёрдым покрытием: было очевидно, что в случае масштабных во-

енных действий значительная часть этих аэродромов, особенно прифронтовых, будет быстро выведена из строя противником. Таким образом, военные заказчики были заинтересованы в самолётах, взлетающих и садящихся вертикально на любую небольшую площадку, то есть фактически независимых от аэродромов. В значительной мере благодаря такой заинтересованности представителей армии и флота ведущих мировых держав были созданы десятки опытных самолётов ВВП разных систем. Большинство конструкций было изготовлено в 1–2 экземплярах, которые, как правило, терпели аварии уже во время первых испытаний, и дальнейшие исследования над ними уже не проводились. Техническая комиссия НАТО, огласившая в июне 1961 года требования к истребителю-бомбардировщику вертикального взлёта и посадки, дала тем самым импульс развитию сверхзвуковых самолётов ВВП в западных странах [1].

Первым советским самолётом вертикального взлёта и посадки стал Як-36. Разработка его велась в КБ Яковлева с 1960 года под руководством С. Г. Мордовина. В ходе испытаний сначала был построен и испытан летающий стенд «Турболёт», на котором отрабатывались вертикальные режимы полёта. Ведущими лётчиками-испытателями по программе Як-36 были Ю.А. Гарнаев и В.Г. Мухин. 24 марта 1966 года лётчик Мухин впервые выполнил полёт с вертикальным взлётом, переходом в горизонтальный полёт и вертикальной посадкой. В 1967 году во время демонстрационных полётов над подмосковным аэродромом «Домодедово» были показаны три сверхзвуковых самолёта КВП (короткого взлёта и посадки): конструкции А.И. Микояна (МиГ-23ПД), П.О. Сухого (Т-58ВД и Т-6-1) и один СВВП конструкции А.С. Яковлева – Як-36. Дальнейшим его развитием стал самолёт Як-38, за которым последовали Як-141 и проект его модификации Як-43. В 1990-е годы разрабатывался проект самолёта Як-201 [7].

История развития самолётов ВВП показывает, что до настоящего времени они создавались почти исключительно для военной авиации. Преимущества СВВП для военного применения очевидны. Самолёт ВВП может базироваться на площадках, размеры которых ненамного превышают его габариты. Кроме способности вертикального взлёта и посадки, самолёты ВВП обладают дополнительными преимуществами, а именно возможностью зависания, разворота в этом положении и полёта в боковом направлении в зависимости от используемых двигательной установки и системы управления. По отношению к другим вертикально взлетающим летательным аппаратам (например, вертолётам) – СВВП обладают несравненно большими, вплоть до сверхзвуковых (Як-141) – скоростями и в целом преимуществами, свойственными летательным аппаратам с неподвижным крылом. Всё это привело к увлечению идеей вертикально взлетающего самолёта, своего рода «буму СВВП» в инженерно-конструкторской и в целом авиационной областях в 1960–1970-е годы [5].

Прогнозировалось широкое распространение этого типа машин, предлагалось множество проектов военных и гражданских, боевых, транспортных и пассажирских СВВП различных конструкций. Однако, недостатки СВВП также оказались значительными. Пилотирование этого типа машин весьма сложно для лётчика и требует от него высочайшей квалификации в технике пилотирования. Особенно это сказывается в полёте на режимах висения и переходных – в моменты перехода из висения в горизонтальный полёт и обратно. Фактически, пилот реактивного СВВП должен перенести подъёмную силу, и, соответственно, вес машины – с крыла на вертикальные газовые струи тяги или наоборот. Такая особенность техники пилотирования ставит сложные задачи перед пилотом СВВП. Кроме того, в режиме висения и переходных режимах СВВП в целом неустойчивы, подвержены боковому скольжению, большую опасность в эти моменты представляет возможный отказ подъёмных двигателей (такой отказ нередко служил причиной аварий серийных и экспериментальных СВВП). Также, к недостаткам можно отнести значительно меньшую в сравнении с самолётами обычной схемы грузоподъёмность и дальность полёта СВВП, большой расход топлива на вертикальных режимах полёта, общую сложность и дороговизну конструкции СВВП, разрушение покрытий взлётно-посадочных площадок горячим газовым выхлопом двигателей [3].

Указанные факторы, а также резкое повышение на мировом рынке цен на нефть (и, соответственно, авиационное топливо) в 70-х привели к практическому прекращению разработок в области пассажирских и транспортных реактивных СВВП.

Як-38 (внутреннее обозначение: изделие ВМ, заводское обозначение: изделие 86, по кодификации НАТО: **Forger-A** – «Фальшивомонетчик», «Фальсификатор» или

«Кузнец») – советский палубный штурмовик, первый в СССР серийный самолёт вертикального взлёта и посадки. При его постройке использовались данные, полученные при разработке и испытаниях опытного самолёта Як-36. Самолёт был оснащён одним подъёмно-маршевым двигателем Р-28 и двумя подъёмными двигателями РД-38, расположенными за кабиной лётчика. Также на нём была установлена уникальная система автоматического катапультирования лётчика (САК) при аварийных ситуациях (в частности, отказе двигателей или струйного управления) на малых скоростях и режиме висения (более ни один самолёт отечественной авиации не имеет систему полностью автоматического покидания, решающую за лётчика). Всего был построен 231 самолёт Як-38 различных модификаций в 1974–1989 годах. Серийный выпуск машины осуществлялся на Саратовском авиазаводе. Самолёты в составе авиагрупп могли базироваться на авианесущих крейсерах проекта 1143 («Киев», «Минск», «Новороссийск», «Баку») [3].

Як-38 – одноместный легкий штурмовик вертикального взлета и посадки предназначен для поражения надводных и наземных целей днем в простых метеоусловиях и ведения визуальной разведки, самолет обладает ограниченными возможностями по уничтожению воздушных целей. Як-38 представляет собой цельнометаллической среднеплан нормальной аэродинамической схемы с комбинированной силовой установкой [1]. Планер самолёта выполнен из алюминиевых сплавов, в основном из алюминий-литиевого сплава 01420, обладающего малой массой и стойкостью к коррозии. Некоторые элементы конструкции выполнены из закалённой стали, прочных алюминиевых и жаропрочных титановых сплавов.

Фюзеляж – полумонокот переменного сечения, с технологическим разъёмом по шпангоуту № 29, делящим конструкцию пополам, на носовую и хвостовую части, для облегчения доступа к ПМД. В носовой части размещены отсеки оборудования, герметичная кабина, отсек подъёмных двигателей, топливный бак и отсек подъёмно-маршевого двигателя. Гермокабина с наддувом от компрессора ПМД, с катапультным креслом. В хвостовой части фюзеляжа расположены поворотные насадки подъёмно-маршевого двигателя, топливный бак, а также установлена парашютно-тормозная система ПТК-36М [2].

Крыло двухлонжеронное с подкосной балкой, разъёмное с фюзеляжем. Консоли крыла, для удобства размещения на корабле, на корабельной стоянке складываются вверх. Угол стреловидности по передней кромке 45 градусов, поперечное «V» минус 10 градусов, угол установки – 0 градусов. Неподвижная часть крыла снабжена щелевыми закрылками. Элероны установлены на складывающихся частях крыла. Площадь элерона – 0,98 м², выдвигного закрылка – 1,08 кв.м, триммера элерона – 0,0453 кв. м. Углы отклонения элеронов – по 24 градуса, триммера элерона – по 17 градусов, закрылки отклоняются на 35 градусов [2].

Хвостовое оперение стреловидное, состоит из фиксированного стабилизатора и киля с рулями высоты и направления. Угол стреловидности по передней кромке 53 градуса. Углы отклонения руля направления вправо и влево – по 30 градусов, триммера руля направления – по 17,5 градусов в обе стороны [2].

Шасси трехопорное, с носовой опорой полностью убираемой в фюзеляж. Все опоры шасси одноколесные. Колеса основных стоек тормозные. Для сокращения длины пробега, в случае не вертикальной посадки, используется тормозной парашют. Амортизация опор масляно-воздушная [1].

Система управления самолётом, наряду с обычными отклоняемыми поверхностями аэродинамического управления, включает отдельную систему реактивного управления, струйные рули которой расположены в носовой и хвостовой частях фюзеляжа и в законцовках крыла. Рабочим телом в системе реактивного управления служит воздух, отбираемый от компрессора ПМД с давлением до 10 кг/с. Для повышения эффективности продольного управления на вертикальных и переходных режимах полёта реализовано автоматическое изменение тяг ПД и ПМД. На самолёте установлена дублированная система автоматического управления САУ-36, исполнительными органами которой являются электрические рулевые агрегаты РАУ-107А и необратимые гидросилители БУ-150В. Для управления самолетом в полете используется традиционная система с жесткой механической проводкой, в контур управления рулем высоты и элеронами включены необратимые гидросилители. Струйная и механическая системы управления связаны между собой. Повышение эффективности управления самолетом

по тангажу на режимах вертикального взлета и посадки достигается за счет изменения дифференциальной тяги подъемного и подъемно-маршевого двигателей [6].

Система аварийного спасения на самолёте уникальна, обеспечивает безопасное покидание самолёта в том числе с нулевой скоростью и на нулевой высоте, и состоит из системы принудительного катапультирования СК-3М, катапультного кресла КЯ-1М (на четырёх опытных и первых десяти серийных самолётах) либо установлено унифицированное кресло К-36ВМ с носимым аварийным запасом (с самолёта сер. № 2709). Лётчик (или экипаж) экипируется в высотный морской спасательный костюм ВМСК-4 и защитный шлем ЗШ-5А. Откидная часть фонаря при катапультировании сбрасывается пиротехнически. Команда на автоматическое катапультирование проходит при достижении самолётом определённых углов крена, пикирования, кабрирования, а также при сочетании по знаку определённых величин углов и угловых скоростей крена, пикирования и кабрирования самолёта. Информацию об углах и угловых скоростях крена и тангажа система получает от бортовой системы управления и собственных датчиков. Система отключается автоматически, если угол сопел ПМД превышает 67 градусов от вертикали [1].

Гидросистема состоит из основной бустерной гидросистемы, дублирующей бустерной гидросистемы и гидросистемы силовых приводов. Источником питания основной бустерной гидросистемы является насос НП 72МВ, установленный на коробке приводов ПМД. В качестве рабочей жидкости применено масло АМГ-10, резерв которого размещается в гидробаке. Рабочей жидкостью гидросистемы силовых приводов и дублирующей гидросистемы служит моторное топливо, отбираемое от топливной системы ПМД через электромагнитный кран.

Пневмосистема состоит из двух автономных систем: аварийной и резервной, с общей магистралью зарядки. Первая осуществляет рабочее торможение колёс шасси, аварийный выпуск стоек шасси, закрылков, аварийное открытие створок отсека ПД, выпуск и сброс тормозного парашюта. Резервная пневмосистема предназначена для аварийного торможения колёс главных ног шасси и аварийного выпуска (без сброса) тормозного парашюта.

Силовая установка состоит из одного подъёмно-маршевого двигателя (ПМД) Р27В-300 и двух подъёмных двигателей (ПД) РД-36-35ФВ (изделие 24) или РД-36-35ФВР (изделие 28). ПМД расположен в средней части фюзеляжа, имеет боковые полукруглые однорежимные воздухозаборники, расположенные по бокам кабины лётчика, с отделением пограничного слоя и нерегулируемое реактивное сопло с двумя поворотными насадками. Последние соединены поперечным валом и синхронно поворачиваются гидроприводами с целью изменения вектора тяги соответственно этапам полёта. Перевод насадок сопла из вертикального в горизонтальное положение занимает 6 секунд. Подъёмно-маршевый двигатель работает на всех этапах полета. Запуск ПМД электрический, производится от наземного или корабельного источника электроэнергии. Подъёмные двигатели расположены один за другим, под углом 10 градусов, в передней части фюзеляжа за кабиной лётчика. Однорежимные воздухозаборники подъёмных двигателей размещены под верхней отклоняемой вверх створкой отсека ПД [7].

Реактивные сопла ПД в горизонтальном полете закрыты управляемыми створками. Двигатели работают на реактивном топливе Т-1, ТС-1, Т-2, РТ, 2750 кг которого на самолёте размещается в двух внутренних кессон-баках: баке № 1, расположенном в отсеке между ПД и ПМД, и баке № 2 в хвостовой части фюзеляжа. Выработка топлива регулируется автоматически по сигналам топливомера ТПР1-9, а также в ручном режиме. Питание ПМД топливом при отрицательных и нулевых перегрузках обеспечивается двумя топливными аккумуляторами, установленными в баке № 1. Заправка топливом – централизованная под давлением [2].

Як-38 способен атаковать наземные и надводные цели в любое время суток. В случае необходимости, Як-38 может также атаковать воздушные цели в светлое время суток. Всё вооружение размещается под крылом на четырёх балочных держателях БДЗ-60-23Ф1, каждый из которых способен нести боеприпасы массой до 500 кг. Максимальная боевая нагрузка составляет 1000 кг. За исключением первых серийных машин, Як-38 мог нести внешнюю съёмную пушечную установку ВСПУ-36. Данная установка представляла собой двухствольную пушку ГШ-23 калибра 23 мм, размещённую в кон-

формном кожухе. Боезапас составляет 160 снарядов. Темп стрельбы – 3400 выст/мин. ВСПУ-36 мог применяться как против воздушных, так и против наземных (надводных) целей [8].

Установка подвешивалась снизу фюзеляжа между основными стойками шасси. Также на подкрыльевые пилоны можно было подвесить до четырёх пушечных контейнеров УПК-23-250. Каждый такой контейнер содержит авиационную пушку ГШ-23Л. Боезапас – 250 снарядов. Вес контейнера со снаряжённым боезапасом – 218 кг (пустого – 78 кг), темп стрельбы – 3400 выст/мин. Эффективная дальность стрельбы – 2000 м.

Список литературы:

1. Абидин В. Незабываемый Як-38: 15 лет в серии, 15 лет в строю (рус.) / В. Абидин // Крылья Родины. – М., 2008. – № 5. – С. 14–22.
2. Абидин В. Незабываемый Як-38: 15 лет в серии, 15 лет в строю (рус.) / В. Абидин // Крылья Родины. – М., 2008. – № 6. – С. 11–18.
3. Балакин С.А. Советские авианосцы. Авианесущие крейсера адмирала Горшкова / С.А. Балакин, В.П. Заблоцкий. – М. : Коллекция, Яуза, ЭКСМО, 2007. – 240 с.
4. Медведев Ю.С. Использование комплексного подхода к защите информационных систем программными методами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научно-информационный сборник. – 2020. – № 7. – С. 24–26.
5. Медведев Ю.С. Структура углубленного трафика информационной сети / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Министерство обороны Российской Федерации, КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 370–372.
6. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
7. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
8. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

УДК 666.9-124

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЖЕСТКИХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ**



**THE POSSIBILITY OF USING INORGANIC IN THE DEVELOPMENT
OF RIGID THERMAL INSULATION BOARDS**

Григорьев Г.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fursina74@mail.ru

Фурсина А.Б.

кандидат химических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fursina74@mail.ru

Буков Н.Н.

доктор химических наук, профессор,
Кубанский государственный университет
nbukov@mail.ru

Аннотация. В работе описаны образцы новых термопено-силикатных материалов – жестких теплоизоляционных плит (ЖТП) на основе пластинчатого алюмосиликатного материала и силикатного неорганического связующего («жидкое стекло»).

Ключевые слова: жесткие теплоизоляционные плиты, алюмосиликатный материал, жидкое стекло, связующее, влажность, теплопроводность, термическая стойкость, прочность.

Grigor'yev G.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Fursina A.B.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Bukov N.N.

Doctor in Chemical Sciences, Professor,
Kuban State University
nbukov@mail.ru

Abstract. The paper describes samples of new thermopenosilicate materials – rigid thermal insulation boards (LCPs) based on lamellar aluminosilicate material and silicate inorganic binder («liquid glass»).

Keywords: rigid thermal insulation boards, aluminosilicate material, liquid glass, binder, humidity, thermal conductivity, thermal resistance, strength.

В реализации проблемы энергосбережения отечественный опыт и опыт других стран показывает, что сокращение тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий, сооружений, промышленного оборудования, тепловых сетей является наиболее эффективным путем решения данной проблемы.

Значительно сократить потребление тепла в сфере производства строительных материалов, строительных работах, в сфере эксплуатации объектов гражданского и промышленного строительства помогает применение современных теплоизоляционных материалов. Организация производства достаточного количества теплоизоляционных материалов для всех видов промышленного и гражданского строительства может в значительной степени снизить объем инвестиций в развитие производства строительных материалов, в строительство и развитие топливно-энергетической базы.

Традиционное строительство, которое ведет к энергоемкому производству строительных материалов, освоению новых месторождений топлива, его добыче, транспортировке, переработке и сжиганию в три-четыре раза более затратно, чем строительство с использованием современных теплоизоляционных материалов, включая затраты на их разработку и строительство заводов [1].

В настоящее время структура объемов выпуска утеплителей в России почти такая же, как и на рынке зарубежных стран, где волокнистые утеплители занимают примерно 60 % от общего выпуска теплоизоляционных материалов. До недавнего времени большая часть объема выпускаемых теплоизоляционных изделий была ориентирована на их промышленное использование. Интересы жилищного индивидуального строительства оставались на втором плане. В настоящее время номенклатура выпускаемой продукции все больше отвечает условиям жилищного строительства, где наряду с традиционным требованием низкой теплопроводности появляются требования по прочности, долговечности, био-, водо- и атмосферо-стойкости.

Опираясь на химическую точку зрения, теплоизоляционные материалы условно разделяют на три группы: полимерные органические, минеральные и композиционные. Полимерные и композиционные теплоизоляционные материалы в основном производятся для строительных целей. Неорганические волокнистые теплоизоляционные изделия, которые в большинстве случаев, применяют для обеспечения механической прочности в качестве связующего содержат органические смолы и, следовательно, могут классифицироваться как композиционные [1].

В гражданском и транспортном строительстве применение тепловой изоляции позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций (стен, кровли), снизить затраты основных строительных материалов (кирпича, бетона, древесины), значительно облегчить вес конструкции и понизить их стоимость, уменьшить затраты топлива в эксплуатационный период. Тепловая изоляция снижает потери теплоты в технологическом и энергетическом оборудовании обеспечивая необходимый технологический температурный режим, снижает удельные затраты топлива на единицу продукции, улучшает условия труда.

Для обеспечения энергосбережения в зданиях и сооружениях рекомендуется применять теплоизоляционный материал, который обладает определенными теплотехническими характеристиками, пониженными показателями водопоглощения, горючести и токсичности, а также повышенной долговечностью и относительно низкой себестоимостью. Основными требованиями к теплоизоляционным материалам являются низкая теплопроводность и пригодность для тепловой изоляции строительных конструкций жилищных, производственных и сельскохозяйственных зданий, поверхностей производственного оборудования и агрегатов.

Использование методологических подходов, изложенных в работах профессора В.А. Лотова и других специалистов [2–8], позволило на базе Кубанского государственного университета совместно сотрудниками КубГУ и КВВАУЛ получить образцы новых термопеносиликатных материалов – жестких теплоизоляционных плит (ЖТП) на основе пластинчатого алюмосиликатного материала и силикатного неорганического связующего («жидкое стекло»). Выбор пластинчатого алюмосиликатного материала в качестве наполнителя обусловлен высокими армирующими свойствами, высокой термической стабильностью, стойкостью к различным агрессивным средам, воздействиям и низкой себестоимостью [7]. Выбор жидкого стекла в качестве связующего обусловлен его широко известными преимуществами. Материалы, полученные на основе силикатов, как будет показано ниже, обладают высокой термостойкостью, негорючие, обладают низкой сырьевой себестоимостью и низкой теплопроводностью. Дополнительно, пластинчатый алюмосиликатный материал, входя в состав композиционных материалов, проявляет явные армирующие свойства, придавая значительную прочность получаемым материалам [2–12].

При получении ЖТП варьировались следующие параметры: размер частиц пластинчатого алюмосиликатного материала, температурный режим отверждения, условия вспенивания, влияние порофорных и гидрофобных добавок.

Отверждение проводили в металлических формах, снабженных прокладками из фторопластовой ткани (при температуре 250 °С). Для полного удаления воды после первоначального отверждения образца проводили сушку без формы.

Образцы, изготовленные на основе пластинчатого алюмосиликатного материала и жидкого стекла, (содержащие до 65 % пластинчатого алюмосиликатного материала) обладали довольно высокой плотностью (0,4–0,7 г/см³) и прочностью, однако при нахождении в воде в течение суток теряли прочность.

Для увеличения влагостойкости и пористости вводились порофорные и гидрофобизирующие добавки.

В качестве порофорной добавки использовалась алюминиевая пудра. Экспериментально установлено, что оптимальное количество алюминиевой пудры составляет 0,04 % от массы жидкого стекла. Увеличение количества алюминиевой пудры до 0,08–0,12 % позволяет уменьшать плотность образцов с 65 % пластинчатого алюмосиликатного материала до 0,4 г/см³. При введении большего количества алюминиевой пудры происходит чрезмерное вспенивание образца, в результате чего происходит потеря прочности конечного материала.

Введение поверхностно-активных веществ в количестве 0,01–0,1 % позволило добиться более равномерного распределения пластинчатого алюмосиликатного мате-

риала в получаемых образцах, а так же понизить плотность за счет большего вспенивания.

Для уменьшения сорбционной влажности использовали обработку материала гидрофобизирующими жидкостями (метилсиликонат калия и кремнийорганический лак КО-08К) в различных концентрациях. Как было установлено экспериментально, обработка метилсиликонатом калия приводит к увеличению сорбционной влажности ЖТП. В случае обработки поверхности кремнийорганическим лаком КО-08К наблюдается гидрофобизация поверхности: материал становится не смачиваемым водой при кратковременном контакте с ней, однако при длительном нахождении его в воде возникает капиллярное всасывание воды, обусловленное большой пористостью материала ЖТП.

Установлено, что получаемые материалы обладают довольно низкой теплопроводностью (0,035–0,050 Вт/(м²·С)). Полученные материалы не горючи, не выделяют вредных веществ при термическом воздействии. При нагревании до 600 °С практически не меняют своих прочностных характеристик. При температуре 780 °С начинается усадка материала за счет плавления связующего.

Введение 3 % карбоната кальция позволяет повысить термическую стойкость до 870 °С. При данной температуре материал незначительно оплавляется и теряет прочностные характеристики, но сохраняет свои самонесущие свойства.

Прочность полученных образцов ЖТП варьируется от 0,2 до 1,3 МПа в зависимости от состава и плотности. Установлено, что образцы ЖТП, содержащие 50 % пластинчатого алюмосиликатного материала, превосходят по прочности образцы с 65 % пластинчатого алюмосиликатного материала в 2–2,5 раза. Однако, при содержании в исходной смеси менее 50 % пластинчатого алюмосиликатного материала, оказалось не возможно получить материал с равномерным распределением компонентов. Увеличение же плотности ведет к равномерному увеличению прочности материала. Увеличение содержания пластинчатого алюмосиликатного материала выше 50 % приводит к тому, что плотность начинает меньше влиять на прочность материала. Во всех случаях при достижении предельных нагрузок наблюдается хрупкая деформация материала, т.е. резкое его разрушение (рис. 1).

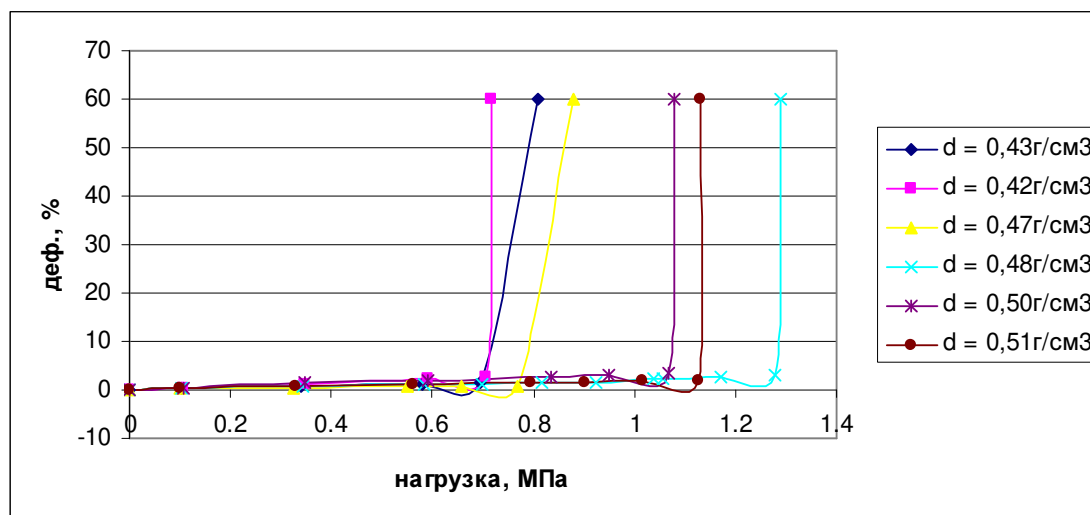


Рисунок 1 – График зависимости поперечной деформации образца, содержащего 50 % пластинчатого алюмосиликатного материала от нагрузки (d – плотность образцов)

Экспериментально установлено, что деформация образцов ЖТП, содержащих большее количество пластинчатого алюмосиликатного материала более пластична.

Сравнение вышеперечисленных характеристик ЖТП с материалами, описанными в работах [2–12], позволяет считать их весьма перспективными для практического использования.

Список литературы:

1. Голубчиков О.А. Строительные теплоизоляционные материалы / О.А. Голубчиков // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2010. – № 4. – С. 72–77.

2. Джигирис Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М. : Теплоэнергетик, 2002. – 416 с.
3. Козик В.В. Создание новых теплоизоляционных материалов на основе пеносиликата / В.В. Козик, В.И. Верещагин, Г.Е. Дунаевский, Г.Я. Шапиро, Л.П. Борило, А.В. Заболотская // Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья: Докл. VII Всеросс. научно-практич. конф. 22–24 мая 2007 г. (г. Белокуриха). – М. : ЦЭИ «Химмаш». – 2007. – С. 81–83.
4. Лотов В.А. Перспективные теплоизоляционные материалы с жесткой структурой / В.А. Лотов // Строительные материалы. – 2004. – № 11. – С. 8–9.
5. Лотов В.А. Нанодисперсные системы в технологии строительных материалов и изделий / В.А. Лотов // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311. – № 3. – С. 84–88.
6. Лотов В.А. Формирование пористой структуры пеносиликатов на основе жидкостекольных композиций / В.А. Лотов, В.А. Кутугин // Стекло и керамика. – 2008. – № 1. – С. 6–10.
7. Лотов В.А. Применение модифицированного жидкостекольного вяжущего в производстве строительных материалов / В.А. Лотов, Ш.А. Хабибулин // Строительные материалы. – 2015. – № 1. – С. 73.
8. 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.
9. 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.
10. Патент № 2173674 С2 Российская Федерация, МПК С04В 28/26, С04В 111/20. Состав и способ получения вспученного силикатного материала: № 98115724/03: заявл. 13.08.1998: опубл. 20.09.2001 / В.А. Лотов, В.И. Верещагин, Ю.А. Стальмаков.
11. Получение водостойких, прочных силикатных материалов на основе природного и техногенного сырья / О.Д. Лукашевич, В.А. Лотов, Н.Т. Усова, В.Н. Лукашевич // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 6(65). – С. 151–160.
12. Патент № 2087447 С1 Российская Федерация, МПК С04В 28/26, С04В 111/40. Смесь для получения теплоизоляционного материала и способ его получения : № 93040868/03: заявл. 12.08.1993 : опубл. 20.08.1997 / Н.И. Малявский, Б.В. Генералов, О.В. Крифукс, В.В. Павлюковец; заявитель Акционерное общество «Интеркварцстрой».

УДК 504.75; 57.044; 57.049

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ШУМОВОГО
И ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ КВВАУЛ**



**ENVIRONMENTAL MONITORING OF NOISE
AND CHEMICAL POLLUTION OF THE KVVAUL TERRITORY**

Зайцева Д.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fursina74@mail.ru

Григорьев Г.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fursina74@mail.ru

Фурсина А.Б.

кандидат химических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fursina74@mail.ru

Аннотация. В работе приведена оценка экологического состояния территории КВВАУЛ на примере шумового и химического загрязнения. Были замерены уровни шума и химического загрязнения в нескольких контрольных точках, сделаны выводы о шумовом и химическом загрязнении, даны рекомендации по уменьшению негативного воздействия шума и химического загрязнения от автотранспорта на экологию училища в целом.

Ключевые слова: экология, шум, химическое загрязнение, исследование, рекомендации, озеленение.

Zaitseva D.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Grigoriev G.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Fursina A.B.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
fursina74@mail.ru

Abstract. The paper presents an assessment of the ecological state of the KVVAUL territory on the example of noise and chemical pollution. Noise and chemical pollution levels were measured at several control points, conclusions were made about noise and chemical pollution, recommendations were given to reduce the negative impact of noise and chemical pollution from motor vehicles on the ecology of the school as a whole.

Keywords: ecology, noise, chemical pollution, research, recommendations, landscaping.

Слух – это один из важнейших органов чувств человека, и от здоровья органов слуха зависит как физическое, так и психическое здоровье организма. Шумом принято называть нежелательное для восприятия органами слуха человека беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Уровень шума и фактор времени имеют решающее значение. Степень раздражающего воздействия зависит и от того, насколько шум превышает привычный окружающий фон. Влияние производственного шума на организм человека может сопровождаться развитием профессиональных заболеваний. Шум является причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, чувствительности к предупредительным сигналам. Под действием систематического повышенного шума производительность снижается до 66 %, а число ошибок в расчетных работах увеличивается более чем на 50 %. Можно сделать вывод, что от чрезмерного шума выше 80 дБ страдают не только органы слуха, но и другие органы и системы: кровеносная, пищеварительная, нервная. Защита от шума помогает избежать многих проблем со здоровьем, и следует регулярно снимать напряжение с органов слуха, отдыхая в тишине [1, 2].

Шум дорожного движения является одной из главных проблем городов. Под влиянием шума автострады снижается качество жизни, снижается концентрация внимания и усвоение материала, вызывает проблемы со сном. Эти проблемы заставляют держать окна закрытыми, что негативно сказывается на микроклимате помещений [2, Ошибка! Источник ссылки не найден].

Цель нашей работы: исследование экологической ситуации на территории Краснодарского высшего военного училища летчиков (КВВАУЛ).

Объект исследования: Главный корпус КВВАУЛ, территория вокруг корпуса.

Задачи:

- Провести измерения шума на территории КВВАУЛ.
- Обработать и сопоставить результаты измерений с нормативными показателями.
- Провести измерения концентраций вредных и загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе рабочей зоны.
- Разработать рекомендации по уменьшению воздействия загрязнителей на здоровье учащихся и служащих.

Месторасположение центрального корпуса КВВАУЛ: г. Краснодар, ул. Дзержинского, 135, с правой стороны ул. Дзержинского, а с левой стороны – стадион, общежития.

Основным источником шума на территории КВВАУЛ является автотранспорт – интенсивное движение по ул. Дзержинского.

Измерения уровня шума проводились с помощью шумомера-вибромера ЭКОФИЗИКА-110А.

Замеры проводили на территории КВВАУЛ проводили в восьми точках, расположение представлено на рис. 1.

Точки 1, 2, 3, расположены параллельно ул. Дзержинского на расстоянии 5 м от ограждающих конструкций. Точка 4 около входа на тренажер, точка 5 – стадион, 6 – перед главным входом, 7 – внутренний двор, 8 – аудитория 358 при открытом окне. Для измерений выбирали периоды времени, когда возможно ожидать наибольшие уровни шума. Измерения уровня шума проводили утром в 8.30 и в часы самоподготовки 16.00–17.00. Продолжительность измерений планировалась так, чтобы можно было определить все необходимые нормируемые параметры шума. Время измерений составляло 15 минут утром и 30 минут в часы самоподготовки в каждой контрольной точке. На открытом воздухе замеры проводили на высоте 1,2–1,5 м от земли, в аудитории микрофон шумомера располагался на подоконнике [0].

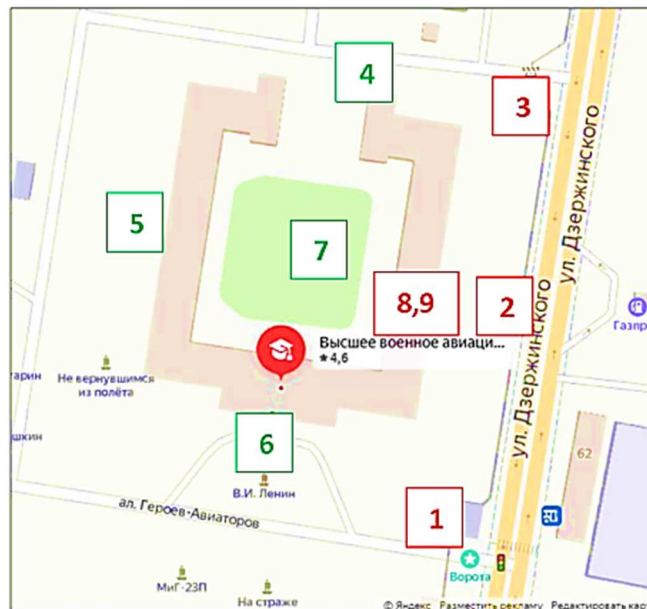


Рисунок 1 – Расположение контрольных точек измерений:

- Контрольные точки, соответствующие ПДУ
- Контрольные точки, не соответствующие ПДУ

В таблице 1 приведены допустимые уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в общественных зданиях и шума на территории жилой застройки в соответствии с едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями [5, 6].

Таблица 1 – Данные измерений шума на территории КВВАУЛ

№	Место измерений	ПДУ звука, ДБА	Эквивалентный и максимальные уровни звука, ДБА
1	КПП № 1	60	75–80
2	Пешеходная зона	60	70–75
3	КПП № 2	60	75–80
4	Вход на тренажер	60	60–65
5	Вход на стадион	60	45–50
6	Главный вход	60	55–60
7	Внутренний двор	60	50–55
8	Аудитория 358 (при открытом окне)	55	65–70
8	Аудитория 358 (при закрытом окне)	55	45–55

Было выявлено, что уровень шума в контрольных точках 4, 5, 6, 7 соответствует санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям [0], т.е. внутренний двор и территория расположенная за главным зданием КВВАУЛ с левой стороны от входа не загрязнены шумом. В контрольных точках 1, 2, 3, 8 показатели шума не соответствуют допустимым уровням (табл. 1). В данных точках наблюдается превышение уровня шума на 15–20 ДБА. Показатели шума не соответствуют допустимым уровням на территории, которая находится на расстоянии до 30 м от ул. Дзержинского (точки измерения 1, 2, 3). Превышение уровня шума наблюдается в аудиториях, окна которых также выходят на трассу (точка 8).

Для снижения шумового загрязнения мы рекомендуем:

1) увеличить многорядное озеленение вдоль дороги – высадить дополнительно три ряда деревьев: первый ряд типа Клен платанолистный (рис. 2, линия 1) на расстоянии 2,5–3 м от ограждения по ул. Дзержинского, расстояние между деревьями 3 м; и два ряда Липы кавказской (рис. 2, линия 2) на расстоянии 10 и 15 м от главного здания в шахматном порядке расстояние между деревьями 3м, так как крона этих видов деревьев имеет наибольшее шумопоглощение [7];

2) установить шумопоглощающие экраны вдоль автомобильной дороги ул. Дзержинского (рис. 3).



Рисунок 2 – Ряды дополнительного озеленения



Рисунок 3 – Шумопоглощающий экран

Химический фактор – это разнообразные вредные вещества: пары, газы, жидкости, аэрозоли, соединения, смеси, которые при контакте с организмом человека могут вызывать химические ожоги, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, многообразные неспецифические метаболические и функциональные нарушения, которые характеризуются различными нарушениями биоэнергетики клеток, снижением синтеза белков, нарушением систем антиоксидантной защиты, нарушением метаболизма аминокислот и жирных кислот, а так же иммунными нарушениями [8].

Основным источником химического загрязнения исследуемой территории является транспорт. Для измерений использовался переносной газоанализатор автоматический с принудительным отбором воздуха «Геолан-1П», предназначенный для измерения концентраций вредных и загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны. Прибор был предоставлен кафедрой общей и неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии Кубанского государственного университета. Электрохимический преобразователь применяется для определения концентрации 8 веществ: оксида углерода (CO), диоксида азота (NO₂), диоксида серы (SO₂), фтороводорода (HF), хлористый водород (HCl), аммиак (NH₃), сумма углеводородов (CnHm), диоксид углерода (CO₂). Отличительные способности: одновременное измерение концентраций 8 вредных и загрязняющих веществ в воздухе.

Отбор проб при определении приземной концентрации примеси в атмосфере проводят на высоте от 1,5 до 3,5 м от поверхности земли. Продолжительность отбора проб загрязняющих веществ при определении разовых концентраций составляет 20–30 мин [11]. Замеры проводились указанных выше контрольных точках. Данные измерений и предельно допустимая концентрация (согласно [10]) приведена в таблице 2.

Среди 8 анализируемых веществ, превышение зафиксировано только по углеводородам, а остальные вещества либо были не обнаружены, либо находились в значениях меньше нижнего порога измерений для газоанализатора. Химический фактор не соответствует ПДУ на контрольных точках 1, 2, 3.

Таблица 2 – Данные измерений и ПДК сумму углеводородов (CnHm)

№	Место измерений	ПДКм.р. мг/м ³	Данные измерений (CnHm)
1	КПП № 1	200	758
2	Пешеходная зона		720
3	КПП № 2		760

Для улучшения химического фактора территории КВВАУЛ рекомендуется увеличить многорядное озеленение вдоль ул. Дзержинского [7].

Список литературы:

1. Спиридонова Ю.А. Шум и его влияние на человека / Ю.А. Спиридонова, Б.А. Макарова // Национальные приоритеты России. – 2013. – № 2(9). С. 68–69.
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2013. – 682 с.
3. Ким А.О. Акустическое воздействие и загрязнение атмосферного воздуха на магистралях / А.О. Ким, А.С. Бичко, П.С. Пучкина, Е.А. Комендантова // Молодой ученый. – 2015. – № 23(103). – С. 404–407.
4. Руководство по эксплуатации шумомера-вибромера ЭКОФИЗИКА-110А: Ч. II. Исполнение 110А (Белая). – М., 2014. – 150 с.
5. МУК 4.3.2194-07 Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях: Методические указания. – Взамен МУ4283–87; Введ. с 01.06.2007 – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007 – 21 с.
6. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 29 ноября 2021 года). – URL : <https://docs.cntd.ru/document/902249109>, свободный (дата обращения 16.01.2022).
7. Гунько Е.А. Древесные растения и их влияние на эстетические свойства городской среды / Е.А. Гунько, Н.В. Выводцев; Отв. ред. П.Б. Рябухин // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур. Материалы VIII международной научно-практической

- конференции, Хабаровск, 30 апреля 2019 года. – Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2019. – С. 62–65.
8. URL : <https://safteh.ru/courses/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/lektsiya-6-khimich-eskie-factory-sredy-obitaniya/> (дата обращения 10.12.2021).
 9. ГОСТ 17.2.3.01–86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов – Взамен ГОСТ 17.2.3.01-77; Введ. с 01.01.1987, Переизд. Июль 2005 г. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/1200012789>, свободный (дата обращения 19.12.2021).
 10. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Введ. 25.06.2003 (с изменениями на 30 августа 2016 года). – URL : <https://docs.cntd.ru/document/901865554>, свободный (дата обращения 16.01.2022).
 11. Руководство по эксплуатации Газоанализатора «Геолан-1П» СДЦА 413214.001.000 РЭ (ТУ 4215-001-69737582-2014). – М., 2014. – 18 с.

УДК 629.3.36

САМОЛЕТ И ПТИЦЫ – ФАТАЛЬНОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ



DEVELOPMENT OF DOMESTIC TECHNOLOGY
OF VARIABLE WING GEOMETRY

Чеснов Ю.Н.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Коханый А.Ф.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Стариков А.А.

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

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы, возникающие при столкновениях летательных аппаратов с птицами; проводится исследование влияния данного фактора на безопасность полетов. Объектом исследования является история возникновения этих проблем, а также орнитологические мероприятия, направленные на их уменьшение.

Ключевые слова: птицы, столкновение, реактивная авиация, орнитология.

Chesnov Y.N.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Kohaniy A.F.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Starikov A.A.

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

Abstract. The article discusses the problems that arise when aircraft collide with birds; the influence of this factor on flight safety is investigated. The object of the study is the history of these problems, as well as ornithological measures aimed at reducing them.

Keywords: birds, collision, jet aviation, ornithology.

Почему птицы сталкиваются с самолетами?

Воздушное пространство не так уж и безбрежно, как кажется поначалу. Летают в нем не только аппараты, созданные человеком, но и живые существа, причем неизвестно, кто из этих объектов имеет больше прав на использование воздуха, птицы живые или птицы «железные».

По крайней мере живые существа владели этим правом, можно сказать, от сотворения мира. А человек заявил о своем желании обладать небом совсем недавно, причем уже практически изначально считая себя в нем полным хозяином. Впрочем, как всегда [1].

Столкновения самолетов с птицами (в английском для этого существует термин **bird strike**) начались практически тогда же, когда появились эти самые самолеты. А точнее будет все же сказать летательные аппараты. Потому что участниками происшествий с птицами могут стать любые объекты, хоть сколько-нибудь поднявшиеся над земной поверхностью.

Первое, зафиксированное документально **столкновение самолета с птицами**, имело место в 1905 году и произошло как раз с одним из первых в истории самолетов, коим был, как известно, летательный аппарат братьев Райт.

В их дневнике, в котором они записывали результаты полетов, тогда появилась запись Орвилла Райта о том, что во время пролета над кукурузным полем он попал в стаю птиц, ударявшихся об элементы конструкции. Одна из них, врезавшись в верхнюю консоль, погибла и упала с нее при развороте.

В 1911 году французский пилот Eugene Gilbert на своем Bleriot XI во время перелета по вновь открываемому маршруту Париж-Мадрид над Пиренеями был атакован большой орлицей, защищавшей свое гнездо с птенцами, и сумел ее отогнать только выстрелами из пистолета.

В мировой авиации столкновение воздушного судна с птицей часто является чрезвычайным происшествием. Вот пример из истории отечественной военной авиации. 01 апреля 1977 года самолет МиГ-15 УТИ, пилотируемый полковником Н.Н. Григоровым и майором Г.А. Торбовым взлетел с аэродрома Фалькенберг (ГДР) для развед-

ки погоды. Через несколько минут после взлета на высоте 120 метров голубь-горлица пробила фонарь кабины и выбила правый глаз Н. Григорука. Фонарь кабины изнутри были залит кровью и заполнен перьями. Только героические усилия пилота, лишённого глаза, позволили вернуть самолет на аэродром и благополучно посадить. И это натворила безобидная птичка, массой всего в несколько десятков граммов. Попадание молнии в фюзеляж чаще всего гораздо безобиднее птицы, влетевшей в кабину или воздухозаборник двигателя. Считается, что первая катастрофа, случившаяся по вине птицы, произошла в 1912 году в Калифорнии. Чайка своим телом перерубила управление рулями, и крылатая машина упала в океан. Знаковыми в нашей стране стали встречи с птицами в период Великой Отечественной войны – было несколько катастроф и повреждений боевых самолетов в результате столкновений главным образом с крупными водоплавающими птицами: гусями и утками [2].

В начале 60-х годов, с развитием реактивной авиации, ситуация с птицами ухудшилась – частота столкновений возросла. Во-первых, теперь птице стало гораздо тяжелее уходить от столкновения с несущейся на скорости около 800–1000 км/ч машиной. Во-вторых, даже легкий голубь, попавший в воздухозаборник реактивного двигателя (в который его просто засасывал) мог наделать там много бед – разрушались бешено вращающиеся лопатки турбин, возникал пожар и самолет нередко падал. В-третьих, возросшая скорость самолетов усугубила последствия ударов птиц о фюзеляж – теперь они проламывали обшивку, разрушали конструкции и вызывали разгерметизацию. В «Военно-историческом журнале» в этой связи приводятся нехитрые расчеты, показывающие, что при скорости самолета в 700 км/ч чайка, массой 1,8 кг, оставляет на фюзеляже разрушения, сравнимые с попаданием трех 30-мм снарядов. Никакое пуленепробиваемое стекло удар такой энергии выдержать не в состоянии.

Энергия, выделяющаяся при ударе и так молниеносно ломающая, казалось бы, суперпрочные элементы конструкции летательного аппарата, есть кинетическая энергия движения птицы по отношению к самолету. Она достигает больших величин, и главная причина этого – скорость сближения. Если бы самолет был неподвижен (и с неработающими двигателями), то птица, особенно небольших размеров, при всем старании не смогла бы причинить ему сколько-нибудь серьезные повреждения.

Если же она и летательный аппарат находятся, так сказать, на встречных курсах, то их скорости складываются, и хоть птица сама по себе (то есть относительно земли) летит совсем не так быстро (в среднем 60–70 км/ч, черный стриж – до 180 км/ч, и только сокол-сапсан в пике до 300 км/ч), ее скорость относительно самолета достигает впечатляющих величин. А исходя из формулы кинетической энергии, она еще и возводится в квадрат. Из этой формулы ($K = mV^2/2$) видно, что хоть масса птицы тоже, конечно, влияет на силу удара, но все же первостатейное влияние оказывает скорость. Это скорость, при которой небольшая и в общем-то тихходная птица превращается в разрушительный снаряд.

То же самое можно сказать, если эта птица попадает на вход в двигатель и встречается с вращающимися с огромной скоростью лопатками компрессора. Или же если она попадает в плоскость вращения несущего винта вертолета и там «успешно» встречается с наступающей лопастью. Окружная скорость лопасти не настолько велика, как у рабочего колеса компрессора, но для получения роковых повреждений вполне достаточна.





Рисунок 1 – Несколько примеров, иллюстрирующих важность авиационной орнитологии

Помимо человеческих жертв, столкновения с птицами ежегодно приводят к многомиллионным убыткам

Как правило, количество столкновений резко возрастает в весенне-летний период, связанный с миграцией и новым гнездованием птиц, а также с беспорядочными полетами подросшего молодняка и охотящихся на него хищных птиц.

Как и когда это происходит?

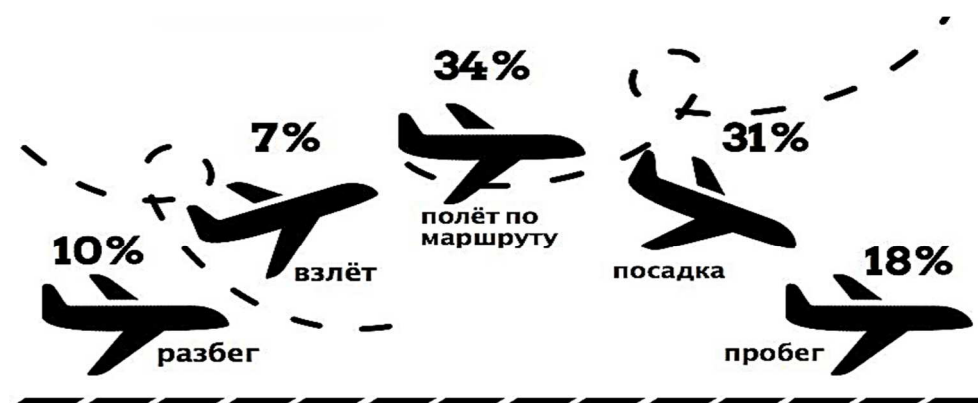


Рисунок 2 – Количество столкновений с птицами на разных фазах полета

Чаще всего столкновения происходят на малых высотах – во время взлёта и посадки, в дневное время. Только в России в год происходит около 7000 случаев. Не спешите пугаться этой огромной цифры – статистика учитывает не только пассажирские, но и военные и грузовые рейсы, а большинство столкновений происходит с мелкими птичками, для самолётов не опасными. Современные самолёты строят так, чтобы они без проблем выдерживали столкновение с птицей весом 1,8 кг. Корпус, но не двигатель.

Как борются с птицами?

И самолёты, и аэропорты оборудованы специальными устройствами, издающими отпугивающие птиц звуки. В некоторых аэропортах для отпугивания используют акустические пушки и даже пиротехнику. Также особые службы следят за тем, чтобы птицы не гнездились рядом с полосами. В Европе и Америке следят за тем, чтобы вокруг аэропортов не было не только самих птиц, но и потенциальной пищи для них. Тем не менее птицы регулярно встречаются с самолётами, и окончательного решения этой проблемы пока не найдено [3].

Авиационная орнитология

Первые же исследования устойчивости летательных аппаратов к столкновению с птицами показали, что изменением конструкции этого добиться тяжело. Фактически, в конструкцию воздушных судов внесли только одно техническое изменение – **акрилполикарбонатное** остекление кабины пилотов, способное выдержать удар птицы массой 1,6 кг на скорости до 970 км/ч., что не всегда действует эффективно, рисунок 3.



Рисунок 3

Для более эффективной работы требовалось создать комплекс мер, позволяющих избежать встречу с птицами во время полета. Поэтому привлекли на помощь орнитологов, экологов и биоакустиков. Уже в 1963 году в Ницце состоялся первый международный симпозиум по **авиационной орнитологии**, а годом ранее в Канаде организовали работу Комитета по опасности птиц для самолетов. За последующие 50 лет практически все страны, обладающие более или менее значительным авиапарком, создали у себя аналогичные структуры.

С 2012 года головной организацией занимающейся защитой гражданской и боевой авиации от столкновений с пернатыми, является World Birdstrike Association (WBA). Постоянный обмен данными и мониторинг авиационных происшествий показал, что наибольшую опасность представляют крупные водоплавающие птицы – до 30 % и более, на втором месте чайки (26 % столкновений) и на третьем хищные птицы – до 18 %. Естественно, самый опасный период полета – это взлет и посадка, статистики говорит, что до 75 % всех столкновений происходят именно в этот период. При этом птицы могут «атаковать» самолеты еще на взлетно-посадочной полосе – во время разбега и посадки. В СССР и позже в России достаточно сдержанно относились к описанной выше проблеме. Хотя у нас и птиц не меньше, и миграционные пути пернатых вдоль и поперек пересекают небо страны. Только в 2009 году состоялась Первая Всероссийская научно-техническая конференция «**Проблемы авиационной орнитологии**», на которую были приглашены профильные специалисты из ближнего зарубежья. Российская гражданская авиация в большей степени заимствует подходы и методы защиты, разработанные несколько десятилетий назад в ведущих странах дальнего зарубежья. Если сейчас эта ситуация изменяется, то не самым кардинальным образом. В Военно-воздушных силах СССР подразделение авиационной орнитологии появилось также с большим опозданием – 21 февраля 1970 года. Новая структура была подведомственна Метеорологической службе Генерального штаба ВВС [4].

Это было на первых порах, и сейчас до сих пор идет трудное восстановление после распада Союза. Достаточно сказать, что в 2003 году в ГосНИИГА орнитологическая тематика вообще попала под сокращение, как ненужная отрасль. Национальный комитет у нас не создавался, однако сейчас его функции выполняет Отраслевая Группа Авиационной Орнитологии (ОГАО). С 2003 года она входит в состав Государственного Центра Безопасности Полетов. Специалисты этой группы проводят большую теоретическую и практическую работу. Они составляют многочисленные специфические рекомендации для летного и технического состава, выезжают в аэропорты для дежурства и **отпугивания птиц**, обучают персонал. Кроме аналитической, методической и нормотворческой работы, эта группа занимается разработкой и созданием средств предотвращения и защиты от столкновения самолетов с птицами. Например, еще в советское

время была создана мобильная биоакустическая установка «Беркут», воспроизводящая определенные отпугивающие птиц звуки. Ею тогда было оборудовано 35 аэропортов. Последняя разработка в этой области – электронное биоакустическое оборудование новейшего поколения «Универсал-Акустик».



Рисунок 4 – Пугало хищной птицы, призванное отогнать мелких птиц от аэродромов. Работает это не всегда...

Самым, наверное, бережливым способом защиты летательных аппаратов от невинных птиц является регулярный уход за территорией аэродрома. Цель – создание такого внешнего вида, который бы не привлекал птиц. Поэтому никаких свалок поблизости, а все бытовые отходы требуется хранить только в непрозрачных мешках, чтобы не привлекать лишнего внимания зорких птичьих глаз. Кроме этого, все мелкие водоемы должны быть также устранены – они могут стать местом обитания самых опасных, тяжелых и неповоротливых водоплавающих птиц. Траву вблизи ВПП, естественно, регулярно выкашивают (чтобы всякие перепелки гнезда не вили) либо заменяют невысоким клевером с люцерной. Отсутствие высокой травы помогает избегать еще и расселения мелких грызунов, на которых охотятся хищные пернатые. Также предпочтительно вырубать все деревья и кустарники на удалении в 150–200 метров от рулежных дорожек и ВПП [4].

Естественно, пассивные методы защиты аэродромом и аэропортов абсолютно недостаточны и должны применяться в комплексе с активными приемами отпугивания. При этом важно помнить, что только в России каждый десятый вид пернатых занесен в Красную книгу. Это заставляет разрабатывать особые подходы к активной защите путей авиасообщения.

Одним из самых первых способов отпугивания птиц стали биоакустические приспособления, транслирующие пернатым нарушителям сигналы тревоги и крики хищных птиц. Первыми в этом деле стали американцы, когда в 1954 году разогнали нежелательные стаи скворцов записанными птичьими криками бедствия. Современным примером служит зарубежная установка Bird Gard, которая имеет широкий спектр применения – от токсичных для птиц производств и сельскохозяйственных угодий до крупных авиационных транспортных узлов. Из отечественных аналогов можно привести установки «Биозвук МС» и «Беркут». Требуется как минимум еще и шумовые пропановые пушки, время от времени имитирующие оружейные выстрелы.



Рисунок 5 – Роботизированная система «Airport Birdstrike Prevention System»

В автономном режиме способна патрулировать окрестности аэропорта и военной базы. В случае обнаружения бортовым локатором пернатого нарушителя машина отпугивает его акустическим оружием (знает «язык» 13 видов птиц) и облучает лазером.



Рисунок 6 – Установка «Универсал-Акустик» на аэродроме

В этой системе используются записи природных криков и сигналов «бедствия и тревоги» достаточно многих видов птиц, а также звуки выстрелов, различные синтезированные сигналы. Звуковая информация подобрана так, чтобы максимально исключить возможность привыкания птиц. Она имеет возможность постоянно обновляться с использованием интернет-технологий.

Известно также специализированное пиротехническое средство «Халзан». Его запуск сопровождается звуковым эффектом с оставлением оранжевого следа и чем-то наподобие фейерверка на конечном участке траектории. Уровень шума в этом случае до 160 дБ. Оказывает на птиц сильное воздействие, однако, как и вся пиротехника, требует соблюдения специальных правил применения (с чем и возникли определенные проблемы, особенно в Российских аэропортах).

Вообще в мире используется немало количество технических средств для отпугивания птиц от аэродромов. Это уже упоминавшиеся акустические (специфические тревожные крики, ультразвук) и пиротехнические средства.



Рисунок 7 – Модель сокола, механический робот, используемый в аэропорту Амстердама.

Используются различные пассивные и механические чучела (в том числе приводимые в движение ветром), зеркальные отражатели для создания бликов, ленты и т.д., различные лазерные и ультразвуковые излучатели.

Кроме того, применяются специальные пропановые пушки со звуковой мощностью выстрела до 150 дБ. В воздух запускаются воздушные змеи, шары и аэростаты с «неприятными» для птиц изображениями, на рисунок 8.



Рисунок 8

Как видим, мер для **отпугивания птиц** от летных полей существует предостаточно. Их использование, особенно в комплексе и с правильным расчетом, несомненно оказывает очень ощутимый положительный эффект. Однако абсолютно радикальных мер аэродромного орнитологического обеспечения не существует. Где-то они не очень действенны, где-то птицы к ним привыкают, а где-то их попросту нет. Поэтому существуют различные технические и технологические меры применительно к авиационной технике.

Список литературы:

1. Материалы третьей отраслевой конференции ГА «Птицы и полеты авиации» 23–25 ноября 2021 г.
2. PANS-Аэродромы (документ ИКАО № 9981), поправка № 3 (начало применения – 05.11.2020) гл. 6 (в части II) «Предотвращение опасного присутствия птиц и диких животных».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.11.2014 № 1215 «О порядке разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими».
4. Прямыцын В.Н. – начальник группы Главного Гидрометцентра МО РФ «Орнитологическое обеспечение ВВС: история и современность» «Военно-исторический журнал». – 2013.
5. Рогачёв А.И. Орнитологическое обеспечение безопасности полётов / А.И. Рогачёв, А.М. Лебедев. – М. : Транспорт, 1984. – С. 3.
6. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации ВС. Воениздат. – М., 1992. Гл. 9.
7. Галлай М.Л. Испытано в небе. – М. : Молодая гвардия, 1965. – С. 150–154.
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.

УДК 623.462.5

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ
И ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТ ВОЗДУХ-ВОЗДУХ**



**CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT
AND APPLICATION OF AIR-TO-AIR MISSILES**

Пережогин Л.А.

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

Черный Р.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fobos2002@mail.ru

Кутищев Б.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Шароян А.С.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы оценки возможности защиты самолета от поражения при ракетной атаке. Проведен анализ современных взглядов на тенденции соотношения средств активной защиты и нападения в воздушном бою и на роль возможностей активного маневрирования. Дан обзор перспективных зарубежных и новейших отечественных разработок в области создания ракет и противоракет класса воздух-воздух.

Ключевые слова: безопасность полетов, противоракетное маневрирование, пилотажно-навигационный комплекс, радиолокационная станция, активная радиолокационная головка самонаведения, боевая часть ракеты, готовые поражающие элементы, межконтинентальные баллистические ракеты, ядерная боевая часть, системы газодинамического управления.

Perezhogin L.A.

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

Chernyy R.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
fobos2002@mail.ru

Kutishev B.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Sharajan A.S.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The paper deals with the problems of evaluating the possibility of defending aircraft against missile attack. The analysis of modern views on the tendencies of correlation between active defense and attack in air combat and on the role of active maneuvering capabilities is carried out. A review of promising foreign developments in the creation of air-to-air missiles and anti-missiles is given.

Keywords: flight safety; anti-missile maneuvering, flight and navigation complex, radar, active radar homing head, missile warhead, ready to kill elements, intercontinental ballistic missiles, nuclear warhead, gas dynamic control systems.

В настоящее время аксиомой является утверждение, что успех любой современной военной операции решающим образом зависит от превосходства одной из сторон конфликта в воздухе. Превосходство в воздухе при противоборстве авиации воюющих сторон может обеспечить только возможность поражения летательных аппаратов противника. Для этого существуют наземные средства поражения авиации (зенитные и ракетные комплексы, новейшие системы лазерного и пучкового оружия) и средства поражения, устанавливаемые на летательных аппаратах.

Воздушный бой с применением стрелкового оружия (пулеметов и пушек) на сегодняшний день отошел в прошлое и теперь возможен только как исключение. Основным видом оружия воздушного боя стали ракеты воздух-воздух. Этапы развития ракет воздух-воздух описаны в работах [1, 2, 3].

Ракеты воздух-воздух в воздушном бою являются средством нападения, и для противодействия им разрабатывают и совершенствуют различные средства защиты. К ним относятся ложные цели (тепловые ловушки), средства радиоэлектронного подавления головок самонаведения и противоракеты. Самыми скоростными и маневренными

ми видами летательных аппаратов являются истребители. Одним из универсальных способов защиты от ракетного нападения является противоракетный маневр истребителя.

Об эффективности применения современными истребителями противоракетного маневра в литературе достаточно давно идет активная дискуссия. Распространено мнение [4, 5], что сейчас «ни скорость, ни, тем более, сверхманевренность, не дают заметных преимуществ истребителю в бою», и что «во главу угла легла радиолокационная малозаметность». Например, автор [4] расставляет приоритеты в перечне требований к современному истребителю в таком порядке:

1. Малозаметность.
2. Бортовое радиоэлектронное оборудование и сетецентричность.
3. Вооружение.
4. Скорость.
5. Маневренность.

Для ракет класса воздух – воздух, предназначенных для поражения самолетов, приоритеты [6] располагают в таком порядке:

- повышение дальности пуска за счет совершенствования двигательной установки ракеты и головок самонаведения;
- повышение точности наведения ракет на цель вплоть до выбора наиболее уязвимых ее частей;
- совершенствование боевой части, главным образом за счет оптимизации зоны разлета поражающих элементов;
- повышение маневренных характеристик ракеты;
- расширение диапазона задач, решаемых головками самонаведения (различение целей в группе, выбор цели и т.п.);
- обеспечение высокой помехозащищенности головок самонаведения.

Применение на новейших истребителях современных бортовых РЛС позволяет им обнаружить ракетное нападение еще на дальних дистанциях, что позволяет пилоту адекватно оценить обстановку и заблаговременно подготовиться к оборонительным действиям.

Этими действиями могут быть:

- подавление сигнала, по которому производится наведение ракеты на цель при одновременном маневрировании, обеспечивающим уклонение самолета от курса ракеты на максимально возможное расстояние;
- выпуск ложных целей, уводящих ракету от самолета при одновременном маневрировании;
- уклонение от курса ракеты, используя исключительно имеющиеся ресурсы маневренности самолета;
- уничтожение нападающей ракеты.

Лучшим из перечисленных вариантов, безусловно, является последний.

В качестве примера оснащенности современных самолетов для защиты от ракетной атаки можно привести истребитель СУ-35. На его борту имеется система предупреждения о ракетной атаке, которая может моментально рассчитать расстояние до ракеты, ее скорость, направление движения и даже относительно точно определить её тип. На основании обработки поступивших данных информационная система самолёта предлагает пилоту нескольких конфигураций траекторий ухода самолета от ракеты (т.е. вариантов противоракетного манёвра) [5]. Выбор из предложенных вариантов пилот должен сделать за считанные секунды, и он может быть сделан только на основе собственного опыта пилотирования и знаний о предположительной эффективности маневра. В случае критической опасности, когда решение о выборе варианта летчиком не было принято и времени на его ожидание уже не осталось, система сама дает исполнительным системам самолета команду на выполнение оптимального в данный момент времени варианта маневра для ухода от ракетной атаки.

Однако существует ряд целей, поражение которых осколками может быть затруднительно. К ним, в первую очередь относятся боеголовки межконтинентальных баллистических ракет (МБР), которые можно гарантированно уничтожить только с помощью прямого попадания или с помощью ядерной боевой части (ЯБЧ). Такими же сложными целями для поражения осколочными БЧ являются и сверхзвуковые противокорабельные ракеты, которые могут за счёт своих размеров и массы успеть долететь

до атакуемого корабля по инерции – осколки могут не вызвать детонацию боевой части из-за их значительных размеров, массы, скорости и прочности их оболочки.

С другой стороны, существуют малоразмерные скоростные цели, такие как ракеты воздух-воздух, которые так же затруднительно сбить осколочной или стержневой БЧ.

В конце XX – начале XXI века появились головки самонаведения (ГСН), предназначенные для обеспечения прямого попадания ракеты в цель – в другую ракету или боеголовку. Такой способ поражения имеет несколько преимуществ. Во-первых, может быть уменьшена масса боевой части, поскольку ей не требуется формировать поле из осколков. Во-вторых, повышается вероятность уничтожения цели, так как прямое попадание ракеты нанесёт атакуемой ракете значительно больше повреждений, чем попадание одного или нескольких осколков. В-третьих, если при попадании в цель ракеты с осколочной БЧ возникает видимое на радаре облако обломков, то не всегда ясно, являются ли они обломками ракеты и цели или только самой ракеты, тогда как в случае с поражением цели методом «hit-to-kill» появление поля обломков с высокой вероятностью говорит о поражении цели.

Важным элементом, обеспечивающим возможность прямого попадания, является наличие газодинамического пояса управления, обеспечивающего ракете В-В, зенитной управляемой ракете (ЗУР) или противоракете возможность интенсивного маневрирования при сближении с целью.

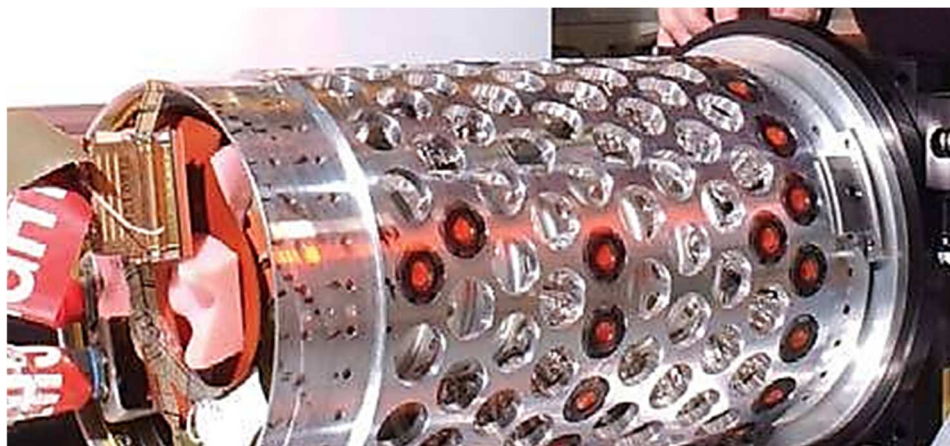


Рисунок 1 – Вариант исполнения газодинамического пояса из микродвигателей, расположенных по внешнему контуру корпуса ракеты

При этом вопрос, а могут ли существующие ракеты воздух-воздух использоваться для перехвата ракет В-В или ЗУР, все еще актуален. На сегодняшний день ответ на него звучит так: могут, но вероятность перехвата пока остается очень низкой.

Исключением пока можно считать израильскую ракету «воздух-воздух» Stunner, выполненную на базе одноимённой противоракеты наземного комплекса «Праца Давида» и разработанную для поражения целей методом «hit-to-kill». Противоракета Stunner в варианте «воздух-воздух» была испытана с борта истребителя F-16 и результаты испытаний позволяют полагать, что на сегодняшний день она является наиболее эффективной и способна поражать ракеты В-В и ЗУР противника.

В настоящее время ракеты воздух-воздух по большей части предназначены для перехвата самолетов противника на большой дальности – в десятки и сотни километров. Перехватить ракету В-В или ракету ЗУР на такой дальности они не смогут – слишком малы её размеры, поэтому далеко не факт, что РЛС носителя сможет обнаружить противоракету на таком расстоянии. Кроме того, для обеспечения большой дальности полёта требуется много топлива, что обуславливает увеличение габаритов ракеты.

Таким образом, при использовании ракет В-В для перехвата ракет В-В противника может сложиться ситуация, когда при сравнимом боекомплекте расход ракет В-В обороняющегося истребителя будет выше, чем у нападающего, и на одну ракету В-В противника может потребоваться несколько ракет В-В, использующихся как противоракеты. В результате этого обороняющийся самолет может остаться без вооружений раньше, чем атакующий, и будет уничтожен, несмотря на сбитые им ракеты.

Выходом из этой ситуации является разработка специализированных противоракет воздух-воздух, и такие работы активно ведутся нашим вероятным противником. Их реализация ведется по ряду специализированных программ, материал которых приводится по данным [9].

Программа CUDA/SACM

В США компанией Lockheed Martin на базе ракеты воздух-воздух AIM-120 разрабатывается перспективная управляемая малогабаритная ракета CUDA, способная поражать как самолеты, так и ракеты воздух-воздух / земля-воздух противника. У данной ракеты не будет боевой части в современном понимании. CUDA должна поражать цель только прямым попаданием, как управляемый самонаводящийся бронебойный снаряд. Самым известным современным боеприпасом, в котором используется данный принцип, является ракета комплекса объектовой противоракетной обороны THAAD.

Данный подход имеет два основных плюса:

- во-первых, это огромная мощность кинетического удара;
- во-вторых, отказ от боевой части позволяет значительно уменьшить массу и габариты ракеты, т.е. сделать ее значительно компактнее.

При этом появляется возможность значительно увеличить вооружение истребителей шестого поколения (например F-35). Боекомплект этих самолетов ограничен относительно небольшим объемом внутренних отсеков вооружения. Поэтому применение малогабаритных ракет позволит увеличить их количество в 2–3 раза. Габариты ракеты CUDA будут в два раза меньше, чем у ракеты AIM-120, хотя CUDA будет иметь пояс газодинамического управления. Помимо радиолокационной головки самонаведения она, как и ракета AIM-120, должна иметь возможность радиокоррекции, осуществляемой самолетом носителем. Это исключительно важно при отражении групповых пусков ракет В-В и ЗУР противника, поскольку может уменьшить вероятность выхода всех выпущенных противоракет на одну и ту же цель и дать возможность оперативного перенацеливания противоракет с уже уничтоженных целей на новые.



Рисунок 2 – Ракета CUDA

Данные по дальности стрельбы ракетами CUDA разнятся: по одним данным, максимальная дальность составит 25 километров, по другим – 60 километров и более. Можно предположить, что к реальности ближе вторая цифра, поскольку дальность исходной ракеты AIM-120 в версии AIM-120C-7 составляет 120 километров, а в версии AIM-120D – 180 километров. Часть объёма ракеты CUDA уйдёт на размещение газодинамического пояса, но реализация метода «hit-to-kill» позволит значительно уменьшить размер и вес боевой части.

Габариты ракеты CUDA позволят существенно увеличить боекомплект как для малозаметных истребителей пятого поколения (для которых это особенно важно), так и самолетов четвёртого поколения. По предварительным оценкам боекомплект истребителя F-22 может составить 12 ракет CUDA + 2 ракеты AIM-9X малой дальности, или 4 ракеты CUDA + 4 ракеты AIM-120D + 2 ракеты AIM-120D истребителей семейства F-35 боекомплект может составить 8 ракет CUDA или 4 ракеты CUDA + 4 ракеты AIM-9X.

Другую малую ракету SACM (Small Advanced Capability Missile), аналогичную ракете CUDA, но с улучшенными возможностями, разрабатывает компания Raytheon, которая производит ракету AIM-120. Секретность программы CUDA/SACM оставляет неясным, является ли SACM продолжением CUDA или это разные проекты. Можно предположить, что программы CUDA/SACM имеют высокий приоритет в военно-воздушных силах США, поскольку полученный результат позволит не только фактически удвоить боекомплект боевых самолетов, но и обеспечить повышенную вероятность поражения самолетов противника за счёт прямого попадания. Кроме того предполагается обеспе-

чить боевые самолеты возможностью самообороны за счёт эффективного перехвата ракет В-В и ЗУР противника.

Имеются сведения [9] о китайской ракете класса «воздух-воздух» ближнего радиуса действия TY-90 (Tian Yan – «Небесная ласточка»). По утверждению разработчиков TY-90 может эффективно бороться с современными вертолетами типа AH-64, Ми-28, Ка-50/52, «Tiger».

Из отечественных разработок, относящихся к ракетам В-В малого радиуса действия, следует отметить ракету Р-73 и ее модификации. В настоящее время ракета Р-73 является самым эффективным оружием ближнего боя, практически не имеющим зарубежных аналогов. Ракета Р-73 оснащена одноступенчатым однорежимным твердотопливным двигателем с интерцепторами системы газодинамического управления (СГДУ), что позволяет ракете выполнять энергичные манёвры с собственной перегрузкой до 40 G на участке работы двигателя Дальности пуска:

в переднюю полусферу от 20 до 40 км, в заднюю полусферу, минимальная: 0,3 км. Новейшие модификации этой ракеты Р-73Э, Р-73ЭЛ, Р-73М по своим тактическим характеристикам превосходят все известные ракеты аналогичного назначения.

К отечественным ракетам среднего радиуса действия относятся ракеты РВВ-СД, предназначенные для работы по воздушным целям различного типа на дальностях до 110 км в условиях активного противодействия противника. На этой ракете впервые в мировой практике использовали решетчатые рули с электрическим приводом, что обеспечило им непревзойденную маневренность.

В отечественной литературе развернутых данных о разработке и испытании авиационных российских противоракет нет.

Однако, исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что авиационные противоракеты воздух-воздух станут одним из основных элементов завоевания господства в воздухе в XXI веке, по крайней мере в первой его половине, и их разработка должна стать одним из основных приоритетов ВВС РФ.

Список литературы:

1. Кириллов В. Современный воздушный бой. Виртуальный авиационный справочник. – URL : <http://www.airwar.ru/other/article/svb.html>
2. Широкоград А.Б. Энциклопедия отечественного ракетного оружия / Под общ. ред. А.Е. Тараса. – М. : АСТ, 2003.
3. Пережогин Л.А. Ракеты класса воздух-воздух / Л.А. Пережогин, А.А. Тимербулатов // Материалы XI международной научно-практ. конф. Молодых ученых, посвященная 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ, 2020. – С. 520–522.
4. Синников А. Эволюция и перспективы развития ракет класса «воздух-воздух» / А. Синников // Журнал Воздушно-космическая оборона. – 2014.
5. Тучков В. Сбить невидимку. 18.05.2020. – URL : <https://vpk-news.ru/articles/56990>
6. Марковский В. Советские авиационные ракеты «воздух-воздух» / В. Марковский, К. Перов. – М. : ЭКСПРИНТ, 2005.
7. Карпенко А.В. Ракета малой дальности Р-73. ВТС «БАСТИОН». – 2020. – URL : [http:// bastion-karpenko.ru/R-73](http://bastion-karpenko.ru/R-73)
8. Маштаков А.П. Физические основы пуска : учеб. пособие / А.П. Маштаков, Р.В. Красильников; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2018. – 112 с.
9. Улякин П. Перспективная управляемая ракета CUDA класса «воздух-воздух». Военное обозрение. Авиация. – URL : <https://topwar.ru/22173-perspektivnaya-upravlyаемaya-raketa-cuda-klassa-vozduh-vozduh.html>

УДК 623.462.5

ИНСТРУМЕНТЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВИЗИОННЫМ СИСТЕМАМ



TOOLS FOR COUNTERING THERMAL IMAGING SYSTEMS

Маргиев П.В.

студент,
Военный учебный центр
при Северо-Кавказском федеральном университете
margiev.pashenka@mail.ru

Баштовой В.Ю.

кандидат социологических наук, доцент,
Военный учебный центр
при Северо-Кавказском федеральном университете
margiev.pashenka@mail.ru

Аннотация. В статье определено понятие, принцип работы, применяемые виды тепловизионных систем. Рассмотрены эффективные маскирующие и имитационные инструменты, позволяющие мотострелковым подразделениям становиться «невидимыми» при применении противником тепловизора, рассмотрены различные инструменты снижения эффективности работы тепловизионных систем.

Ключевые слова: оптоэлектронное наблюдательное устройство, маскировка, полиэтилентерефталата, имитация, личный состав, боевая техника.

Margiev P.V.

Student,
Military Training Center
at the North Caucasus Federal University
margiev.pashenka@mail.ru

Bashtovoy V.Yu.

PhD in Sociological Sciences,
Associate Professor,
Military Training Center
at the North Caucasus Federal University
margiev.pashenka@mail.ru

Abstract. The article defines the concept, the principle of operation, the types of thermal imaging systems used by the armed forces. Effective masking and simulation tools that allow motorized rifle units to become «invisible» when using a thermal imager by the enemy are considered.

Keywords: optoelectronic observation device, masking, polyethylene terephthalate, imitation, destruction.

В сложившейся на сегодняшний день сложной геополитической обстановке, когда на мировой арене предпринимаются попытки создания однополярного мира, эффективным способом защиты интересов своего государства является применение вооруженных сил. При ведении современного общевойскового боя, важной задачей становится своевременное обнаружение противника и его боевой техники, а также защита своих сил. На современном этапе развития технологий, наиболее эффективным средством обнаружения противника в сложных условиях видимости считается использование оптоэлектронных наблюдательных систем, то есть тепловизоров. Их главное преимущество перед другими устройствами заключается в распознавании объекта за счет исходящего от него теплового излучения, наибольшую опасность они представляют когда используются не в качестве переносных устройств, бинокля или монокуляра, а являются составной частью стрелкового оружия, летательных аппаратов и бронированных боевых машин, которые могут наноситься удары по нашим вооруженным силам при их участии в военных операциях. Умение противостоять данным средствам обнаружения, которые способны распознать человека за счет протекающего в организме процесса терморегуляции, а боевую технику за счет выделения тепла при эксплуатации, становится жизненно необходимым. Обладая необходимым уровнем знаний, касающихся специфики их работы, а также используя боевую технику и правильно подобранные маскирующие и имитационные приспособления, становится возможным, снижения вероятности обнаружения своих сил и минимизации потерь среди личного состава, и боевой техники.

Под тепловизором понимается наблюдательное устройство, действие которого основано на улавливании волн электромагнитного инфракрасного диапазона, которые образуются при выделении тепла живым организмом или боевой техникой. Принцип работы основан на обнаружении объекта, температура которого отличается от уровня температуры окружающей среды, фона, что позволяет обнаруживать противника днем и ночью, а также в сложных метеорологических условиях. Такая эффективность оптоэлектронных наблюдательных устройств обусловлена основными взаимосвязанными конструктивными элементами (рис. 1), которые выполняют следующие функции [7]:

1. Объектив – составной частью является линза, выполнена из химического элемента «германия», позволяющего пропускать инфракрасные волны, чем больше

диаметр линзы и меньше его относительное отверстие (мера пропускания света объективом), тем информативней изображение.

2. Матрица – после получения инфракрасного излучения матрицей, она преобразовывает его в электрические сигналы, главной его задачей является образование видимых человеческому глазу цветов.

3. Дисплей (экран) или окуляр – преобразует полученное тепловое излучение в картинку с применением градиента.

4. Карта памяти – применяется для хранения информации



Рисунок 1 – Устройство тепловизора

Вышеперечисленные элементы свидетельствуют о четком распределении выполняемых ими функций, в случае неисправности одной составляющей становится невозможным использование целого устройства. На данный момент такая конструкция применима почти ко всем видам тепловизионных систем, в военном деле тепловизоры подразделяются на следующие виды:

1. Стационарные, представлены прицелами и камерами. Широкое применение получили при использовании на бронированных боевых машинах, а также летательных аппаратах (вертолеты, самолеты, БПЛА). Способны выдерживать различные погодные условия, обеспечивая дальность обнаружения противника в пределах 15 км.

Эффективность обнаружения противника с применением тепловизора, установленного в форме тепловизионной камеры демонстрируется на примере БПЛА «Bayraktar TB2». Установленная система CMX 15D позволяет:

- улавливать видимый в инфракрасном диапазоне оптический спектр, распознавать его;
- сопровождать и определять координаты наземных (надводных) стационарных и подвижных объектов;
- наводить на цель бортовое и дистанционно управляемое вооружения.



Рисунок 2 – «Bayraktar TB2» с установленной системой CMX 15D

Так только при активном применении в Ливии данных беспилотников было обнаружено и в дальнейшем уничтожено 9 единиц боевой техники «Панцирь-С1», что нанесло экономический ущерб силам Халифы Хафтара в размере 135 млн долл. (15 миллионов за единицу), стоит отметить, что удары наносились и по личному составу фельдмаршала, что привело к невосполнимым потерям среди его армии. Турецкие БПЛА применялись при Нагорно-Карабахском конфликте, что позволило азербайджанской стороне наносить высокоточные удары по вооруженным силам армянской стороны конфликта, используя, WESCAM CMX 15D азербайджанцы получили стратегическое преимущество.

2. Переносные, представлены тепловизионными прицелами, дальность действия которых может составлять от 1300–1500 метров монокулярами 1500 и биноклями до 3000 метров соответственно. Тепловизионные прицелы становятся опасным элементом в вооружении снайпера, применяемым против живой силы противника, так как прицельная дальность и способность обнаружения целей увеличивается до 2000 метров.

Вне зависимости от вида применяемых оптоэлектронных систем вооруженные силы могут быть подвержены двум основным рискам на поле боя [1]:

1) высокий риск обнаружения личного состава, особенно при использовании стационарных устройств, дальность действия которых может достигать 20 км;

2) высокой уровень точности нанесения ударов со стороны противника, позволяющий вести стрельбу по целям на большой дальности из разных видов вооружения и боевой техники, что может привести к высокой вероятности уничтожения личного состава и боевой техники.

Существенно снизить вероятность наступления вышеперечисленных рисков позволяет использование маскировочных средств. Опыт боевых действий показал, что лучшим способом маскировки для военнослужащего является его форма, выполненная в пятнистом окрасе для снижения заметности на местности, а для боевой техники разные маскировочные сети, например, МКТ-2. Для обычных оптических средств, например, Би-8, ТР-4 и им подобных, такие инструменты маскировки уменьшают риски быть обнаруженным противником, однако при использовании тепловизионных систем они малоэффективны, так как не способны скрыть инфракрасного излучения, то есть излучения невидимого человеческому глазу спектра, но улавливаемым тепловизором.

Так как тепловое излучение улавливает линза объектива, необходимо использовать маскировочные инструменты с теплоизоляционными элементами, внешняя часть которых будет иметь схожую температуру с окружающей средой, вот некоторые варианты [2]:

1. Использование маскхалата «кикимора», позволяет оставаться незамеченным при использовании тепловизора за счет конструкции, которая включает основу и мешковину. Основа может быть выполнена в форме костюма или отдельных элементов (куртки, штанов и т.п.) важно, чтобы они плотно прилегали к телу, тем самым сдерживая тепло. Мешковина не имеет прямого соприкосновения с телом, и какое-то время будет поддерживать температуру окружающей среды до того момента, пока не прогреется. Важно, чтобы все участки кожи были закрыты, в противном случае есть риск быть обнаруженным. Стоит отметить, что мешковина выполняется из полиэстер-сетки, которая в свою очередь состоит из полиэтилентерефталата, что позволяет уменьшить тепловые потери, эффективность применения маскхалата представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Человек в маскхалате «кикимора» и без него, вид с экрана тепловизора

На иллюстрации представлена шкала температуры, на ней видно, что температура человека, использующего маскхалат не отличается от температуры окружающей среды, что позволяет оставаться не замеченным тепловизором, так как температура костюма не превышает 27.5 градусов [3].

2. Использование полиэтилентерефталата с применением полимеров. Данные материалы активно применяются в коммерческом производстве при изготовлении спасательного одеяла. Спасательное одеяло представляет собой тонкую плёнку из полиэтилентерефталата, покрытую металлизированным отражающим элементом с применением алюминиевого напыления. Одеяло позволяет поглощать тепло извне и передавать телу, также отражает 80–90 % излучаемого телом тепла.

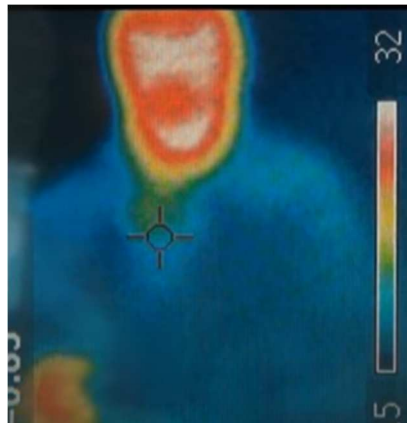


Рисунок 4 – Человек, укутанный в спасательное одеяло

Полученный эффект достигается за счет оставленной воздушной прослойки, при обращенной к телу серебряной стороны одеяла, которая не позволяет выпускать тепло. Эффект усиливается при использовании спасательного одеяла в сочетании с плащ палаткой для маскировки на местности. Стоит отметить, что использовать одеяло вплотную, прижав его к себе и не оставив при этом под ним воздушного пространства нельзя, так как тепло от тела будет передаваться напрямую на плёнку, то есть тепло должно выходить в эту воздушную прослойку, а не напрямую на одеяло, в противном случае это повысит риски быть обнаруженным [7].

Плюсами вышеперечисленных маскировочных средств являются:

- Компактность и вес. Вес маскхалата вместе с чехлом для переноски составляет 2 килограмма, масса спасательного одеяла может достигать 50 грамм.
- Использование недорогого полиэтилентерефталата, который сдерживает тепло.

Главный минус – постепенное скапливание теплого воздуха, такие средства маскировки не рассчитаны на долгое применение, однако их использование в случае необходимости, позволит укрыться от прицельного огня снайперов, летательных аппаратов и другой боевой техники.

В целях недопущения обнаружения наших войск необходимо провести технологические испытания двух элементов пенофола и полиэфирного волокна, которые обеспечивают эффект теплового отражения. Пенофол обладает высокими теплоизоляционными свойствами, главная его особенность – при маленькой толщине останавливать тепло на всех 3 уровнях его распространения: конвекции, излучения, теплопроводности за счет высокой теплоотражающей способности чистого алюминия (99,4 %). Хорошо себя зарекомендовал пенофол фольгированный с одной стороны.

Полиэфирные волокна по своей природе является утеплителем, который будет аккумулировать теплый воздух. Испытание данного элемента целесообразно проводить с камуфлированным плащом, так как в случае необходимости его быстро можно будет применить на поле боя.

Экранированный материал на основе пенофола и полиэфирного волокна представляет собой многослойную конструкцию, где первый слой – вспененный полиэтилен пенофол, второй – полиэфирное волокно, третий – пенофол покрытый алюминиевой фольгой (рис. 5).



Рисунок 5 – Экранированный материал на основе пенофола и полиэфирного волокна

Такая технология позволит получить высокий уровень отражающей способности и низкий уровень излучения, полиэфирное волокно будет накапливать тепло, тогда как пенофол отражать его. Данная система защиты должна быть встроена в «дышащую» ткань, которая не позволяла бы скапливаться теплу [5].

3. Наиболее эффективным маскирующим прибором против тепловизионных систем с использованием современных технологий является стелс система «Black Fox» или «Черный лис» (система находится в стадии испытаний). В комплект маскирующей установки входит: панорамная FLIR камера, центральная ЭВМ, система управления (дисплей), активные панели. Её особенности заключаются в последовательности её работы:

- две панорамные камеры, сканируют поверхность вокруг объекта на 360 градусов;
- полученное изображение обрабатывается и контролируется электроникой, которая воспринимает и затем согласовывает окружающую обстановку с созданным изображением на дисплее;
- дисплей в свою очередь образуют составные активные панели, установленные на объекте;
- изображение имитирует ИК-сигнатуру окружающей среды, воспроизводя шум и дифференцированную текстуру среды, и, тем самым, эффективно маскирует объект на общем фоне [6].

Стоит отметить, что эффективным инструментом противостояния «Bayraktar TB2» с тепловизионной системой стал ЗРПК «Панцирь-С1», который был на вооружение у армии Хафтара во время войны в Ливии его главное предназначение – прикрытие гражданских, а также военных объектов от всех средств воздушного нападения. Так по данным из открытых информационных источников ЗРПК было сбито 47 летательных аппаратов, в то время как беспилотниками было уничтожено 9 единиц боевой техники «Панцирь-С1». Обращаем ваше внимание, что беспилотники поступили в серийное производство после 2014 года, а начали использоваться в Ливии летом 2019, в том время как Панцирь-С1 был поставлен ОАЭ образца 2005 года, что говорит о моральном износе данного образца.

Такая разница в количестве уничтоженной техники обусловлена следующими факторами:

- высотность удара по цели – 15 км, дальность – 20 км, против максимальной дальности в 8 км у «Bayraktar TB2»;
- дальность обнаружения «Панцирь-С1» составляет 32–36 км, против 15–20 км. у «Bayraktar TB2».

Таким образом, «Bayraktar TB2» становится легкой мишенью для «Панцирь-С1», стоит отметить, что в армии Хафтара «Панцирь-С1» был не только морально изношенным, но и был представлен в упрощенном варианте, содержащий только оптико-электронную систему управления огнём. Несмотря на это ущерб, нанесенный от уничтожения беспилотников в количестве 47 единиц составил 282 млн долл. (6 миллионов за единицу), против 135 млн долл. (15 миллионов за единицу).



Рисунок 6 – ЗРПК «Панцирь-С1»

Современными эффективными средствами ЗРК являются «Тор-М2КМ» и «Сосна». «Тор-М2КМ» впервые был представлен на выставке в 2014 году его особенности заключаются в возможности обнаруживать до 48 целей, определять наиболее опасные объекты (в количестве до 10 штук), одновременно поражать до четырех воздушных целей. В 2017 году завершились государственные испытания ЗРК «Сосна» этот комплекс способен обнаруживать самолеты на расстоянии 16–30 километров, вертолеты 10–14 и крылатые ракеты 8–12 соответственно. Однако еще одним инструментом при противодействии «Bayraktar TB2» является применение авиационной техники. Современные вертолеты способны выполнять множество задач, в интересах Сухопутных войск осуществляют огневую поддержку и разведку. При применении «Bayraktar TB2» противником, эффективную огневую поддержку может оказать Ка-52 «Аллигатор», который может поражать не только наземные цели на поле боя, но и воздушные. Преимущество Ка-52 перед «Bayraktar TB2» заключается в способности раннего обнаружения воздушной цели с расстояния 15 км, а для ее поражения в воздухе применяется управляемые ракеты «Игла» с инфракрасной ГСН, при дальности пуска до 6 км в зависимости от модификации ракеты [7].

Таким образом, применение эффективных общедоступных маскирующих материалов, которые обладают плохой теплопроводностью и высокой отражательной способностью инфракрасного излучения, позволяют сохранить жизнь личному составу и уберечь боевую технику от уничтожения. Целесообразно разрабатывать и использовать «стелс» систему, особенность которой заключается в создании необходимого уровня сигнатуры теплового излучения, что представляется необходимым при ведении современного общевойскового боя.

Список литературы:

1. Официальный сайт FORTUNA.ARMY. – URL : <https://fortuna.army/military-thermal-vision>
2. Официальный сайт FORTUNA.ARMY. – URL : <https://fortuna.army/news>
3. Официальный сайт TehTab.ru. – URL : <https://tehtab.ru/Guide/Engineers/HumanBeing/MetabolicHeatGain>
4. Официальный сайт. – URL : <https://fireman.club/statyi-polzovateley/primenenie-i-ispolzovanie-teplovizora>
5. Божко С.В. Другое пятое поколение манёвренность вместо незаметности / С.В. Божко, В.В. Терехов, М.О. Тылипцев // 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. 183–188.
6. Божко С.В. Подходы к испытанию измерительной информации летательных аппаратов / С.В. Божко, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. сборник научных статей X Международной научно-практической конфере-

- ренци. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар, 2020. – С. 200–202.
7. Варфоломеева С.В. Применение математических методов имитационного моделирования в ВС РФ / С.В. Варфоломеева, С.В. Божко, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 467–472.

УДК 656.71

**ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**



**HISTORY AND PROSPECTS OF COMBAT USE
OF UNMANNED AERIAL VEHICLES**

Коровин Н.А.

студент,
Военный учебный центр
при Северо-Кавказском федеральном университете
margiev.pashenka@mail.ru

Баштовой В.Ю.

кандидат социологических наук, доцент,
Военный учебный центр
при Северо-Кавказском федеральном университете
margiev.pashenka@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается история развития и перспективы боевого применения беспилотных летательных аппаратов. Авторами подробно проведен анализ боевого применения БЛА Израилем во время Войны на истощении и Войны Судного дня. Рассматриваются современные локальные конфликты в Нагорном Карабахе. Сделан обоснованный вывод о перспективах боевого применения и производства БЛА в России.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, первая помощь, практическое применение, перспективы использования.

Korovin N.A.

Student,
Military Training Center
at the North Caucasus Federal University
margiev.pashenka@mail.ru

Bashtovoy V.Yu.

PhD in of Sociological Sciences,
Associate Professor,
Military Training Center
at the North Caucasus Federal University
margiev.pashenka@mail.ru

Abstract. The article discusses the history of development and prospects of combat use of unmanned aerial vehicles. The authors conducted a detailed analysis of the combat use of UAVs by Israel during the War of Attrition and the Yom Kippur War. Modern local conflicts in Nagorno-Karabakh are considered. A reasonable conclusion is made about the prospects for the combat use and production of UAVs in Russia.

Keywords: unmanned aerial vehicles, first aid, practical application, prospects of use.

Современные технологии диктуют новые условия войны, с каждым годом военная техника становится всё совершеннее и дороже. Современные конфликты с применением беспилотных летательных аппаратов показывают нам не только эволюцию подобных систем, но и эффективность их боевого применения. Беспилотные летательные аппараты (БЛА), или дроны (англ. «трутень»), значительно меньше современных боевых самолетов, и, соответственно, дешевле и малозаметнее. С появлением беспилотных летательных аппаратов военные получили возможность получать информацию и наносить удары по врагу не жертвуя людьми, зачастую БЛА могут выполнить задание лучше и скрытнее нежели это сделает летчик на огромном истребителе с самой идеальной электроникой. Но, к сожалению, перспективы данного вида вооружений мало кто понимает. В российских СМИ постоянно продвигается идея о всемогуществе эшелонированной ПВО, к беспилотной авиации наши военные относятся с предубеждением, считается, что большой роли беспилотники не могут играть в текущих реалиях. Но так ли это?

Первые опыты в создании БЛА проводились ещё в годы Второй мировой войны, тогда были созданы американские морские беспилотники TDR-1, однако руководство ВМС США закрыло программу в конце 1944 года. К идее вернулись уже после Второй мировой войны, во Вьетнаме [1].

В послевоенные годы работа велась и в СССР, над серийными беспилотными разведчиками трудилось КБ Андрея Николаевича Туполева, были созданы реактивные Ту-123, Ту-141, Ту-143.

Отдельно хотел бы остановиться на боевом применении Израилем БЛА во время Войны на истощении и Войны Судного дня. Их применяли в качестве разведчиков, корректировщиков, а также в качестве приманок для арабских РЛС и ЗРК – БЛА использовались совместно с истребителями ВВС Израиля, оснащёнными противорадиолокационными ракетами. ЗРК атаковали БЛА, истребители фиксировали излучение

РЛС и атаковали ракетами ПВО сирийцев. Благодаря тандему БЛА-ударный самолёт Израиль смог вывести из строя за несколько дней практически все сирийские ЗРК! Но и потери БЛА были значительными, однако стоит учесть, что стоимость БЛА 70-х годов, несмотря на сложности с электроникой, была гораздо меньше, чем истребителя, кроме того, используя БЛА, военные сохраняли жизни летчиков, чтобы подготовить одного такого специалиста и сейчас требуется много денег и времени [5].

Успешность использования израильянами беспилотников подтолкнула к созданию более совершенных БЛА и Соединённые штаты Америки. Огромным толчком в развитии БЛА стало создание системы GPS, это позволило решить огромную проблему с управлением беспилотным аппаратом, а также позволило сделать их более опасными для врага – теперь БЛА могли с высокой точностью определить местоположение цели, это стало новым словом в военном искусстве. Основными задачами БЛА в ходе операции «Буря в пустыне» стали разведка и корректировка огня артиллерии и авиации. И данное взаимодействие было настолько эффективным, что появление беспилотников над своими позициями многие иракские солдаты воспринимали очень панически – известны случаи, когда солдаты начинали размахивать перед парящими в воздухе БЛА белыми флагами.

В 2020 году произошёл конфликт в Нагорном Карабахе, который ярко продемонстрировал возможности новейших беспилотных аппаратов. На первом этапе требовалось подавить средства ПВО НКР и Армении, но чтобы уничтожить РЛС и пусковые установки ЗУР, требовалось, чтобы они выдали себя, для этой задачи использовались старые Ан-2, которые при помощи блоков дистанционного управления (ДУ) превратили в беспилотные приманки для ЗРК. Знакомая тактика, не так ли? После того, как ЗРК выдавал себя, для обнаружения примерного квадрата вылетал дрон-разведчик «Orbiter-5», который визуально находил цель и наводил на ПВО беспилотника-камикадзе «Нагор», на борту которых находились 25 кг ВВ. Что такое беспилотника-камикадзе? Это одноразовый беспилотный летательный аппарат, оснащённый определённым количеством взрывчатого вещества (ВВ), оператор наводит его на цель и затем подрывает, преимуществом такого беспилотника является то, что обеспечивается максимальная точность поражения цели. Следует также отметить и экономический фактор – один Нагор стоит около 100 тыс. долларов, в то время как ЗРК стоит десятки миллионов долларов, даже если на уничтожение одного ЗРК придётся потратить 10 БЛА-камикадзе, то это всё равно гораздо выгоднее [6].

После уничтожения ЗРК дальней зоны (армянские С-300) у Армении оставались лишь старые ЗРК «Тор» и ЗРК «Оса», которые имели максимальную высоту поражения цели около 6 км (данные ЗРК разрабатывались в 1970-е годы в первую очередь для борьбы с низколетящими самолётами и вертолётами) и которые действовали разрозненно. Против них Азербайджан стал использовать ударно-разведывательные БЛА Bayraktar TB2, рабочий потолок этих аппаратов достигает 6,5 км, за пределами дальности ЗРК ближней зоны [2].

Ударно-разведывательный БЛА Bayraktar TB2 – турецкий БЛА, оснащённый оптическим и тепловизионным комплексом CMX-15D Wescam, способным вести наблюдение на значительных расстояниях (несколько десятков километров). Данный БЛА несёт незначительную по весу нагрузку, всего лишь четыре мини-бомбы общим весом около 100 кг, но его преимущество в качестве наносимых ударов. Эффективность БЛА Bayraktar TB2 проявляется в зоне слабого противодействия ПВО и авиации противника. Относительно своих собратьев, Bayraktar достаточно хорош в соотношении «цена-качество». Данный БЛА, несмотря на огромный шум в СМИ, не является идеальным – аппарат не оснащён системой радиоэлектронной борьбы, его ЭПР не такая уж и маленькая, что делает Bayraktar достаточно уязвимым не только для мощных наземных систем РЭБ и ЗРК средней и дальней зоны, но и для истребительной авиации – обнаруженный БЛА вполне можно уничтожить ракетой «воздух-воздух» с радиолокационной ГСН. Почему именно радиолокационной? Практически все БЛА поршневого, они не оставляют мощный инфракрасный след, и ракета с инфракрасной ГСН просто не наведётся [7].

Есть ещё несколько причин, по которым ЗРК «Оса» и «Тор» не смогли противостоять БЛА Азербайджана. Например, постоянно держать РЛС включённой зенитчики не могут, так как ресурс РЛС ограничен, например, видя в Интернете цифру в 2500 часов безотказной работы, нам кажется, что это очень много, но это всего лишь 104 дня

непрерывной работы, поэтому ресурс техники военные стараются беречь, во-вторых, РЛС имеют мёртвые зоны, обычно они над радаром.

Но Азербайджан не стал развивать успех, ограничившись лишь ударами с дронов, в то время как массово используя БЛА совместно с Сухопутными войсками Азербайджан мог предотвратить потери и быстро одержать победу. Но победу Азербайджан всё-таки одержал, информационную. Записи ударов, выложенные в Интернет, создавали ощущение полного превосходства беспилотных летательных аппаратов Азербайджана, и простым людям в Армении было уже трудно верить национальным СМИ, сообщающих об успехах, когда в Сети показывают гибель твоих соотечественников в прямом эфире. Психологические удары БЛА оказались гораздо сильнее [3].

Стоит отметить, что, как показал боевой опыт, в борьбе с БЛА важны не только современные комплексы ПВО, но и системная организация борьбы с беспилотниками. Попытки военных списать ошибки ПВО в конфликте в Нагорном Карабахе на устаревшие зенитно-ракетные комплексы, на наш взгляд, являются жалкими попытками оправдать свою некомпетентность. В сентябре 2019 года произошла атака на нефтяную инфраструктуру Садовской Аравии, эта атака была весьма успешной. Несмотря на то, что инфраструктура охранялась «лучшими в мире» американскими и французскими системами ПВО, ни один БЛА не только не был сбит, но даже не был обнаружен ПВО Саудовской Аравии [8].

Системы РЭБ могут перехватывать или отключать БЛА, но, во-первых, их не так много в войсках, во-вторых, при использовании мощных систем РЭБ, приходится подавлять большую часть частот, на которых могут работать БЛА, однако на этих же частотах могут работать собственные радиостанции или беспилотники.

Итак, какие возможности имеют БЛА XXI века:

1. Высокая автономность. Это и делает беспилотники идеальными разведчиками и охотниками – они могут до суток наблюдать за каким-либо объектом и при появлении цели атаковать её, также это позволяет в течение длительного времени следить за полем боя (средство объективного контроля).

2. Экономически выгодная эксплуатация. По сравнению с современной реактивной авиацией тихоходные поршневые БЛА обходятся значительно дешевле.

3. Частичное снятие проблемы «человеческого фактора». БЛА очень часто летают в зоне действия ПВО противника, БЛА не неуязвим, его тоже можно сбить, но жизнь оператора, серьёзного специалиста, вне угрозы, не ощущая угрозы человек способен действовать с рациональной точки зрения.

В России комплекс беспилотных систем развит слабо, но он есть. Дроны-камикадзе «Ланцет» очень небольшие, как результат, у них малый радиус действия и количество ВВ на борту (1–3 кг), этого явно недостаточно. Лёгкие БЛА-разведчики «Орлан-10» имеют большее, по сравнению с «Orbiter-5» время работы, однако на отечественных БЛА стоит слабозащищённая система связи, что делает его сильно уязвимым от средств РЭБ. Тяжёлые БЛА в нашей стране ещё только разрабатываются, «Орион» и «Охотник» находятся на стадии испытаний, но первый не обладает разносторонней номенклатурой вооружения, а второй слишком дорог, также есть и БЛА «Форпост», но данный аппарат может работать только как разведчик [9].

Какие можно сделать из всего вышесказанного выводы?

I. Необходимо разработать более тяжёлый БЛА-камикадзе для уничтожения защищённых объектов, он должен не только нести больше ВВ, но и иметь большую продолжительность полёта, чтобы оперативно реагировать на крайне быстро меняющуюся ситуацию в современном бою.

II. Нужно создать более помехозащищённую систему связи для всех видов БЛА. Также нужно разработать ретрансляционную систему связи для тяжёлого ударного БЛА, чтобы через него управлять группой БЛА-камикадзе, данная система позволит применять «барражирующие боеприпасы» на большом удалении от пунктов управления, ведь на дешёвый БЛА-камикадзе крайне невыгодно будет устанавливать систему дальней связи, помимо этого, таким образом можно усилить возможности ударных БЛА, они смогут уничтожить больше целей одновременно в ситуации, когда всё решает время (например, большое скопление артиллерии противника, готовящейся нанести удар).

III. Нужно разрабатывать параллельно с тяжёлыми ударными БЛА разнообразное вооружение для них.

IV. Для дорогих тяжёлых БЛА нужно разработать компактную и дешёвую систему противодействия, чтобы пусть и незначительно снизить и без того малый шанс уничтожения БЛА.

V. При подготовке лётчиков нужно уделять больше времени на ведение воздушной радиотехнической разведки с последующим уничтожением наземных целей – антенны узкополосных передатчиков пунктов управления БЛА лучше обнаруживаются в воздухе, нежели на земле, то есть лётчик может оперативно обнаруживать и уничтожать причину (пункт управления), а не только следствие (БЛА над своими позициями), и отработку уничтожения малых воздушных целей (крупных БЛА) ракетным и пушечным вооружением.

VI. Разработчикам РЛС нужно уделить больше внимания разработке системы обнаружения малых целей, которая может долго в автономной режиме отслеживать воздушную ситуацию вокруг ЗРК, чтобы предотвратить его уничтожение с беспилотника.

VII. Нужно расширить применение БЛА в войсках – для этого нужно не жалеть время и ресурс имеющихся БЛА для подготовки операторов, а также развернуть масштабное производство собственных БЛА, ведь крайне нерационально вести закупки БЛА на зарубежном рынке [10].

«Но всё это слишком дорого...» – может сказать любой. Отнюдь, стоимость сбитого ударно-разведывательного БЛА Bayraktar равна 5–6 млн долларов, в то время как сбитый во время разведывательного полёта в зоне сильного противодействия ПВО Су-30СМ обойдётся в 50 млн долларов без учёта затрат на подготовку двух пилотов, которые могут погибнуть или попасть в плен. Но и БЛА крайне ограничены в своих возможностях, поэтому глупо рассуждать об уничтожении пилотируемой авиации как рода войск.

Итак, может ли БЛА дать государству преимущество? Конфликты XX–XXI вв. показывают, что роль технологий в военном деле постоянно растёт, скоротечность боя возрастает, побеждает тот, кто владеет информацией. Только при совместном использовании Сухопутных войск, БЛА и авиации удастся оперативно получать информацию и нейтрализовывать угрозы нашей армии. Современные БЛА уже кажутся вершиной военной мысли, но человек всегда будет продолжать совершенствовать оружие, по крайней мере, пока будет существовать оружие.

Список литературы:

1. URL : <https://www.mk.ru/politics/2020/11/26/murakhovskiy-razoblachil-mif-o-nepobedimosti-turec-kikh-dronov-v-karabakhe.html>
2. Werrell Kenneth P. The Evolution of the Cruise Missile. – Maxwell Air Force Base, Alabama : Air University Press, 1985. – 289 p.
3. Warplanes: Russia Buys A Bunch Of Israeli UAVs (09 апреля 2009).
4. Hearst Magazines. Popular Mechanics (неопр.). – Hearst Magazines, 1991. – С. 22.
4. URL : <https://telegraf.com.ua/mir/aziya/5563949-an-2-prevratili-v-bespilotniki-kak-azerbaydzhan-vskryivaet-armyanskie-sistemyi-pvo-v-nagornom-karabahe.html>
5. URL : <https://life.ru/p/1348091>
6. URL : http://zonwar.ru/news3/news_569_Bayraktar_TB2.html?utm_source=warfiles.ru
7. URL : http://factmil.com/publ/strana/kanada/kanadskie_stancii_vozdushnoj_razvedki_serii_mx/74-1-0-227
8. URL : <https://focus.ua/politics/412395-ukraina-kupila-u-turcii-shest-boevyx-udarnyx-bespilotnikov-za-69-mln-smi>
9. URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83-30>

УДК 330.4

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ**



MOGELING OF THE MAXIMUM EFFICIENCY OF THE MARKET ECONOMY

Булатникова И.Н.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
kras.anis@yandex.ru

Батютин Д.Е.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
anaxagoras2200@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена вопросам моделирования максимальной эффективности рыночной экономики путем определения точки равновесия спроса и предложения, что свидетельствует о единстве экономических интересов покупателей и продавцов, также рассмотрены вопросы программной реализации определения точки равновесия.

Ключевые слова: максимальная эффективность, рыночной экономики, равновесная ситуация, программа ЭВМ.

Bulatnikova I.N.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
kras.anis@yandex.ru

Batyutin D.E.

Student,
Kuban State University of Technology
anaxagoras2200@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the issues of modeling the maximum efficiency of the market economy by determining the equilibrium point of supply and demand, which indicates the unity of the economic interests of buyers and sellers, and the issues of software implementation of determining the equilibrium point are also considered.

Keywords: maximum efficiency of the market economy, equilibrium situation, computer program.

Закон спроса и предложения – это теория, объясняющая взаимодействие между продавцами ресурса и покупателями этого ресурса. Теория определяет взаимосвязь между ценой данного товара или продукта и готовностью людей покупать или продавать его. Как правило, при повышении цены люди готовы больше предлагать и меньше требовать, и наоборот, когда цена падает.

Теория основана на двух отдельных «законах» – законе спроса и законе предложения. Два закона взаимодействуют, чтобы определить реальную рыночную цену и объем товаров на рынке [1].

- Закон спроса гласит, что при более высоких ценах покупатели будут требовать меньше экономических благ.

- Закон предложения гласит, что при более высоких ценах продавцы будут предлагать больше экономического товара.

Эти два закона взаимодействуют, чтобы определить фактические рыночные цены и объем товаров, которыми торгуют на рынке. Несколько независимых факторов могут влиять на форму рыночного спроса и предложения, влияя как на цены, так и на объемы, которые мы наблюдаем на рынках.

Спрос и предложение уравниваются на свободном рынке через ценовой механизм. Если покупатели желают приобрести больше товара, чем доступно по преобладающей цене, они, как правило, повышают цену. Если они хотят купить меньше, чем доступно по преобладающей цене, поставщики будут предлагать цены ниже. Таким образом, ценовой механизм определяет, какое количество товаров должно быть произведено. Механизм ценообразования также определяет, какие товары должны производиться, как эти товары должны производиться и кто их получит, т.е. как товары будут распределяться. Товары, произведенные и распределенные таким образом, могут быть предметами потребления, услугами, рабочей силой или другими продаваемыми товарами. В каждом случае увеличение спроса приведет к повышению цены, что побудит производителей увеличить предложение; снижение спроса приведет к снижению цены, что побудит производителей предлагать меньше. Таким образом, ценовая система

представляет собой простую шкалу, по которой каждый потребитель или производитель может взвесить конкурирующие потребности.

Имитационное математическое моделирование – это моделирование, выполняемое на ЭВМ, в котором центральную роль играет алгоритмическая имитационная модель (моделирующий алгоритм), обладающая следующими основными особенностями:

- алгоритмическая модель строится на основе концептуальной модели ЭО (процесса или системы);
- алгоритмическая модель описывает последовательности элементарных или агрегированных операций с использованием простейших соотношений в соответствии с логикой структурных взаимосвязей ЭО и временной логикой его функционирования;
- алгоритмическая модель исследуется на ЭВМ и обеспечивает получение информации о моделируемом объекте путем проведения экспериментов, получивших название имитационных экспериментов.

Таким образом, при проведении имитационного моделирования использование ЭВМ обязательно, так же как обязательным является разработка концептуальной модели, без которой нельзя обоснованно построить алгоритмическую имитационную модель.

Модель, отражающая с необходимой полнотой систему-прототип в том или ином содержательном аспекте и записанная на естественном языке с использованием элементов наивной логики и структуризация, называется концептуальной моделью.

Тенденция двигаться к равновесной цене известна как рыночный механизм, а возникающее в результате равновесие между спросом и предложением называется рыночным равновесием.

По мере роста цены товара предлагаемое количество обычно увеличивается, а готовность потребителей покупать товар обычно снижается, но эти изменения не обязательно пропорциональны. Мера реакции спроса и предложения на изменение цены называется ценовой эластичностью спроса или предложения, рассчитываемой как отношение процентного изменения объема предложения или спроса к процентному изменению цены. Таким образом, если цена товара снижается на 10 %, а продажи этого товара соответственно увеличиваются на 20 %, то говорят, что ценовая эластичность спроса на этот товар равна 2.

В алгебраической форме эластичность (E) определяется как $E = \Delta y / \Delta x$; y является эластичным по x , если E больше 1, неэластичным по x , если E меньше 1, и «единично эластичным» по x , если E равно 1. Часто используются несколько других типов эластичности для описания известных экономических переменных. К ним относятся, помимо прочего, эластичность спроса по доходу, перекрестная ценовая эластичность (эластичность цены товара по отношению к цене другого товара), эластичность замещения между различными факторами производства (для например, между капиталом и трудом) и эластичность межвременного замещения (например, эластичность потребления в будущем по отношению к потреблению в настоящем).

Несколько других типов эластичностей, которые часто используются для описания хорошо известных экономических переменных, со временем получили свои собственные названия. К ним относятся, помимо прочего, эластичность спроса по доходу, перекрестная ценовая эластичность (эластичность цены товара по отношению к цене другого товара), эластичность замещения между различными факторами производства (для например, между капиталом и трудом) и эластичность межвременного замещения (например, эластичность потребления в будущем по отношению к потреблению в настоящем).

Спрос на продукты, имеющие легкодоступные заменители, вероятно, будет эластичным, а это означает, что он будет более восприимчив к изменениям цены продукта. Это связано с тем, что потребители могут легко заменить товар другим, если его цена вырастет. Спрос на товар может быть неэластичным, если нет близких заменителей и если расходы на товар составляют лишь небольшую часть дохода потребителя. Фирмы, столкнувшиеся с относительно неэластичным спросом на свою продукцию, могут увеличить свой общий доход за счет повышения цен; те, кто сталкивается с эластичными требованиями, не могут.

Анализ спроса и предложения может применяться к рынкам конечных товаров и услуг или к рынкам труда, капитала и других факторов производства. Его можно применять на уровне фирмы или отрасли или на агрегированном уровне для всей экономики.

В любой момент времени предложение товара, поступающего на рынок, является фиксированным. Другими словами, кривая предложения в этом случае представляет собой вертикальную линию, тогда как кривая спроса всегда имеет нисходящий наклон в силу закона убывающей предельной полезности. Продавцы могут взимать не больше, чем выдержит рынок, исходя из потребительского спроса в данный момент времени.

Однако через более длительные промежутки времени поставщики могут увеличивать или уменьшать количество, которое они поставляют на рынок, в зависимости от цены, которую они ожидают установить. Таким образом, со временем кривая предложения поднимается вверх; чем больше поставщики ожидают взимать плату, тем больше они будут готовы производить и поставлять на рынок.

Для всех периодов кривая спроса наклонена вниз из-за закона убывающей предельной полезности. Первая единица товара, которая требуется любому покупателю, всегда будет использована этим покупателем с наивысшей ценностью. Каждую дополнительную единицу покупатель будет использовать (или планировать использовать) для последовательного использования с меньшей стоимостью.

Равновесная цена, также называемая ценой выравнивания рынка, представляет собой цену, по которой производитель может продать все единицы, которые он хочет произвести, а покупатель может купить все единицы, которые он хочет.

Имея восходящую кривую предложения и ниспадающую кривую спроса, легко представить, что в какой-то момент они пересекутся. В этот момент рыночная цена достаточна для того, чтобы побудить поставщиков поставить на рынок такое же количество товаров, за которое потребители будут готовы платить по этой цене. Спрос и предложение сбалансированы или находятся в равновесии. Точная цена и сумма, в которой это происходит, зависят от формы и положения соответствующих кривых спроса и предложения, на каждую из которых может влиять несколько факторов.

Имитационное математическое моделирование – это моделирование, выполняемое на ЭВМ, в котором центральную роль играет алгоритмическая имитационная модель (моделирующий алгоритм), обладающая следующими основными особенностями:

- алгоритмическая модель строится на основе концептуальной модели ЭО (процесса или системы);
- алгоритмическая модель описывает последовательности элементарных или агрегированных операций с использованием простейших соотношений в соответствии с логикой структурных взаимосвязей ЭО и временной логикой его функционирования;
- алгоритмическая модель исследуется на ЭВМ и обеспечивает получение информации о моделируемом объекте путем проведения экспериментов, получивших название имитационных экспериментов.

Если одновременно разместить кривые спроса и предложения, то в точке пересечения получим равновесие спроса и предложения, то есть равновесную ситуацию.

Нобелевский лауреат французский экономист М. Алле вывел теоремы с такими фундаментальными положениями «...всякая равновесная ситуация рыночной экономики является ситуацией максимальной эффективности, и, наоборот, всякая ситуация максимальной эффективности является равновесной ситуацией рыночной экономики» [2].

В результате наших исследований была создана программа для ЭВМ «Моделирование максимальной эффективности рыночной экономики» в среде VisualStudio на языке программирования C#. Выбор пал именно на этот язык неслучайно. Обладая мощностью (Объектно-ориентированность языка, которому присущи такие свойства как инкапсуляция, полиморфизм и наследование) и имея существенную техническую поддержку, трудностей при разработке возникало очень мало [3, 4].

При запуске программы пользователю будет предложено ввести входные данные для расчета равновесной цены. Входные данные вводятся через предварительно созданный excel файл. Этот файл хранит в себе шкалы соотношения цены, спроса и предложения.

Работа программы начинается нажатием кнопки «Показать координаты равновесной цены». Справа от поля графика в окне программы находятся кнопка. При пер-

вом нажатии предлагается открыть файл с данным. При повторном нажатии произойдет вычисление точки равновесной цены по построенному графику спроса и предложения (рис. 1).

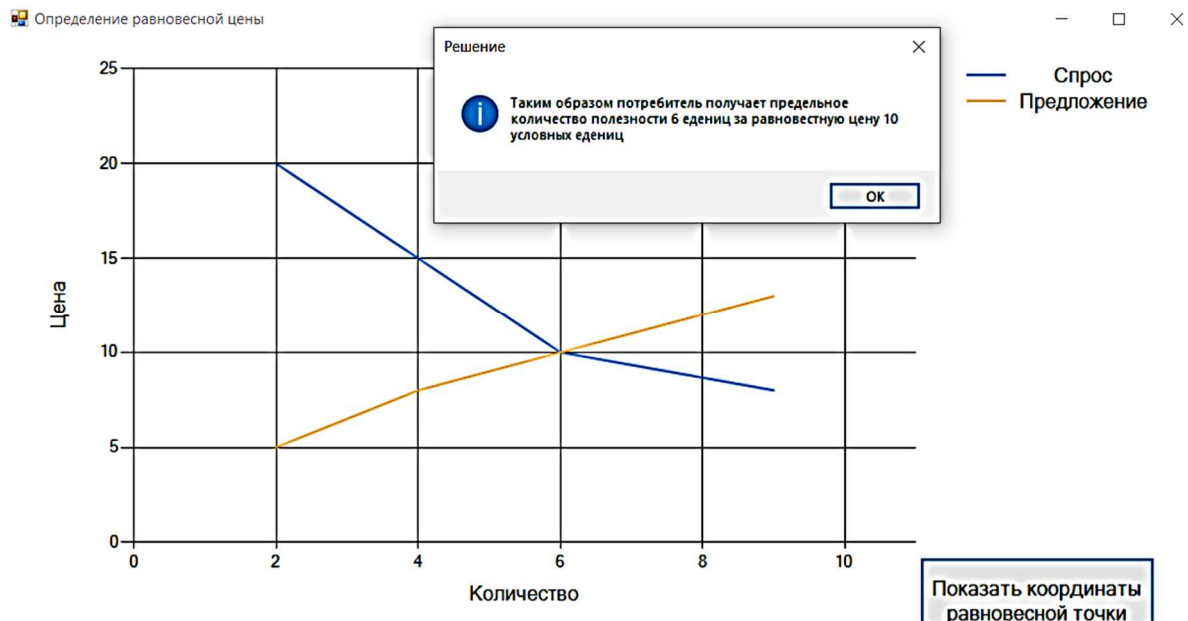


Рисунок 1 – Окно и результат работы программы

Полученная точка равновесия выражает следующее:

1) товаров представлено на рынке не больше и не меньше, чем нужно для потребления людей; все затраты на производство благ окупаются их продажей по равновесной цене, значит достигнутое равновесие свидетельствует о наиболее экономической эффективности сложившейся рыночной ситуации;

2) в точке равновесия выражен и наиболее социальный эффект, за равновесную цену потребитель приобретает предельное (для его дохода) количество полезностей;

3) на рынке не обнаруживается ни избытка товаров (количества, которое излишне для продажи при данном объеме доходов населения), ни дефицита (нехватки) благ.

Список литературы:

1. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : учеб. пособие для вузов. – М. : ЮНИТИ, 2006.
2. Алле М. Единственный критерий истины – согласие с данными опыта / М. Алле // Мировая экономика и международные отношения. – 1989. – № 11. – С. 28.
3. Bulatnikova I.N. Digital Generation of Harmonic Signals / I.N. Bulatnikova, N.N. Gershunina // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 7. – № 6. – P. 201.
4. Мальцев Е.А. Выбор метода принятия решений в условиях неопределенности / Е.А. Мальцев, Г.Б. Цагараев, И.Н. Булатникова; Кубанский государственный технологический университет // Сборник лучших научных работ молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах : в 3-х ч. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2015. – С. 86–88.

УДК 519.71

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ
 ◆◆◆◆
**OPTIMIZATION OF THE SHORTEST PATH CONSTRUCTION
 FOR A NUMBER OF SOCIO-ECONOMIC TASKS**

Булатникова И.Н.

кандидат технических наук, доцент,
 Кубанский государственный
 технологический университет
 kras.anis@yandex.ru

Лашта В.В.

студент,
 Кубанский государственный
 технологический университет
 L1berty6@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается метод динамического программирования, позволяющий решить задачу оптимизации – поиска кратчайшего пути в ориентированном графе. Приводятся преимущества рассматриваемого метода над классическими методами решения этой задачи. В конце статьи отмечаются особенности программной реализации метода динамического программирования.

Ключевые слова: метод динамического программирования, кратчайший путь, ориентированный граф, программная реализация.

Bulatnikova I.N.

PhD in Technical Sciences,
 Associate Professor,
 Kuban State University of Technology
 kras.anis@yandex.ru

Lashta V.V.

Student,
 Kuban State University of Technology
 L1berty6@yandex.ru

Abstract. The article discusses a dynamic programming method that allows solving the optimization problem of finding the shortest path in a directed graph. The advantages of the considered method over classical methods of solving this problem are given. At the end of the article, the features of the software implementation of the dynamic programming method are noted.

Keywords: dynamic programming method, shortest path, oriented graph, software implementation.

Задача о кратчайшем пути – задача поиска самого короткого пути (цепи) между двумя точками (вершинами) на графе, в которой минимизируется сумма весов ребер, составляющих путь. Эта задача является одной из важнейших классических задач теории графов и имеет широкое практическое применение в различных социально-экономических областях. Значимость данной задачи определяется ее различным практическим применением, например, в GPS-навигаторах осуществляется поиск кратчайшего пути между двумя перекрестками. Сегодня известны множество алгоритмов для ее решения: алгоритм Флойда-Уоршелла, алгоритм Форда-Беллмана, алгоритм Дейкстры др. [1].

Рассмотрим преимущества применения метода динамического программирования к решению этой задачи.

Важнейшее свойство задач, которое позволяет решать их с помощью динамического программирования, это оптимальность для подзадач. В зависимости от формулировки задачи, будь то динамическое программирование на отрезке, на префиксе, на дереве, термин оптимальности для подзадач может быть различным, но, в целом, формулируется так: если есть оптимальное решение для некоторой подзадачи, которая возникает в процессе решения задачи, то именно его нужно использовать для решения задачи в целом. Метод динамического программирования основан на пошаговой оптимизации целевой функции, где в качестве такой функции могут выступать стоимость, ресурсные затраты, финансово-экономические затраты, а также кратчайшие пути.

Понятие динамического программирования впервые использовал Ричард Беллман в 1940-х годах для описания решения задачи, где ответ задачи возможно получить только после решения одной или нескольких её подзадач. Таким образом, ведущий специалист в области вычислительной техники Ричард Беллман стал прородителем динамического программирования. Позже, сам же Беллман доработал и усовершенствовал понятие формулировки [1].

Существуют различные постановки задачи о кратчайшем пути:

Задача о кратчайшем пути в заданный пункт назначения. Требуется найти кратчайший путь в заданную вершину назначения t , который начинается в каждой из вершин графа (кроме t). Поменяв направление каждого принадлежащего графу ребра, эту задачу можно свести к задаче о единой исходной вершине (в которой осуществляется поиск кратчайшего пути из заданной вершины во все остальные).

Задача о кратчайшем пути между заданной парой вершин. Требуется найти кратчайший путь из заданной вершины u в заданную вершину v .

Задача о кратчайшем пути между всеми парами вершин. Требуется найти кратчайший путь из каждой вершины u в каждую вершину v . Эту задачу тоже можно решить с помощью алгоритма, предназначенного для решения задачи об одной исходной вершине, однако обычно она решается быстрее.

Понятие программирование в формулировке «динамического программирования» имеет малое отношение к традиционному программированию и классическому пониманию этого термина. Программирование в данном контексте является синонимом оптимизации и относится к математическому программированию.

Поэтому **программы** будут использоваться в качестве оптимальной последовательности действий для получения решения задачи.

Динамическое программирование – это техника, позволяющая решать некоторого рода задачи оптимизации, комбинаторики, обладающие свойством сооптимальности у подзадач.

Простыми словами динамическое программирование – это своеобразный подход к решению задач, основывающийся на том, что целевая задача разбита на более мелкие подзадачи, наиболее простые в решении. Далее решения подзадач используется для решения целевой задачи.

Задачи оптимизации связаны с задачами минимизации или максимизации той или иной целевой функции. К примеру, максимизировать вероятность срока работы техники на определенный срок; материальное ожидания получения прибыли. Задачи комбинаторики отвечают на вопросы сколько существует объектов, обладающие определенными свойствами либо сколько существует комбинаторных объектов, обладающие определенными свойствами.

Другими словами динамическое программирование решает лишь определенный класс подзадач, который используется во многих специализированных областях знаний: теория игр, экономическая сфера, непосредственное программирование, лингвистика, математика. Так же для того, чтобы задача была решена методом динамического программирования, она должна обладать свойством сооптимальности.

Динамическим программирование повышает эффективность вычислений при решении задач математического программирования и в частности задачи поиска кратчайшего пути. Принцип работы динамического программирования основывается на распределение решения основной задачи на совокупность нескольких более малых, пошаговых задач. Подобный метод позволяет существенно сократить число анализируемых вариаций решений малых задач и учитывая их результаты в процессе определения глобального решения задачи [2].

Динамическое программирование по большому счету – это техника, позволяющая решать некоторые задачи комбинаторики, оптимизации и другие задачи, обладающие определенным свойством.

С помощью динамического программирование решение задачи поиска кратчайшего пути становится на порядок проще, чем выше названными методами. К примеру, из задачи, имеющей свойство сооптимальности, можно взять переменную, к примеру t_1 и решить задачу только для t_1 . Так, после нахождения оптимального решения для задачи t_1 , используя принцип оптимальности подзадач, появляется возможность для решения более сложной задачи с ее помощью. После нахождения оптимального решения задач t_1 и t_2 , используем их для решения задачи t_3 . Таким образом можно подбирать необходимое оптимальное решение n -количества подзадач до тех пор, пока не найдем способ решить всю задачу целиком. В качестве простого примера можно использовать принцип работы навигатора, основной задачей которого стоит постройка маршрута и нахождение кратчайшего пути от точки А до точки Б. Условия задачи довольно простые: мы имеем некую карту на которой все дороги можно изобразить в виде графов.

Цель задачи: путь между точками, имеющий наиболее короткое расстояние и минимизация растрат времени и расходуемого топлива. Для решения задачи необходимо принимать решения – куда поворачивать на каждом перекрестке, учитывая куда ведут сами дороги и ситуации, сложившиеся на них: ДТП, пробки, ограничение проезда. Переменными в этой задаче как раз является выбор поворота на перекрестках. Задачи подобного типа являются задачами оптимизации и их целью является выбор наиболее оптимального решения из возможных. Но не все задачи имеет возможность решить методом динамического программирования, а только те, которые обладают определенными свойствами, в частности свойством сооптимальности. Но даже учитывая лишь подкласс, обладающий этому требования достаточно богат и с помощью динамического реализуется возможность решения задач и проблем в теории игр, отраслях экономики, компьютерных науках, статике, математике, информатике и многом другом.

Так же это касается максимизации и минимизации прибыли и расходов, максимизации вероятности принести прибыль вместо убытков от вложенных средств на бирже, максимизации шансов выиграть в лотереи и т.д., т.п.

Метод динамического программирования дает возможность находить последовательные оптимальные решения в задачах, разделенных на этапы. Изложим схему применения этого метода на следующей модели. Рассмотрим некоторую управляемую систему, которая может находиться в одном из нескольких состояний. На каждом этапе в результате применения управляющего воздействия (управления) система может изменить свое состояние или остаться в прежнем состоянии эффективность процесса управления. Эффективность процесса управления характеризуется целевой функцией прибыли, зависящей от состояния системы и применяемого управления.

0 этап. В начальный момент времени система находится в исходном состоянии x_0 .

1 этап. В результате применения управления y_1 система переходит из состояния x_0 в состояние $x_1 = g_1(x_0, y_1)$ при этом получаем прибыль $h_1(x_0, y_1)$

2 этап. В результате применения управления y_2 система переходит из состояния x_1 в состояние $x_2 = g_2(x_1, y_2)$ при этом получаем прибыль $h_2(x_1, y_2)$ и так далее.

За N -этапов получаем последовательность состояний $x_0, x_1, x_2, \dots, x_N$ и последовательность управлений $y_0, y_1, y_2, \dots, y_N$, где $x_{n+1} = g_n(x_n, y_{n+1})$, $n = 0, 1, 2, \dots, N$, а общая прибыль на каждом этапе вычисляется по формуле:

$$J_n(x_0, y_1, \dots, y_n) = \sum_{i=1}^n h_i(x_{i-1}, y_i) ,$$

где $n = 0, 1, 2, \dots, N$.

Нашей целью является отыскание такой последовательности оптимальных управлений $\{y_1^*, y_2^*, \dots, y_N^*\}$, чтобы функция прибыли J_N достигала максимума по управлениям:

$$J_n(x_0, y_1^*, y_2^*, \dots, y_N^*) = \max J_n(x_0, y_1, \dots, y_n) .$$

Принцип оптимальности Бельмана утверждает, что на последовательности оптимальных управлений $\{y_1^*, y_2^*, \dots, y_N^*\}$ должна достигать максимума каждая из функций:

$$f_n(x_{n-1}, y_n, y_{n+1}, \dots, y_N) = h_n(x_{n-1}, y_n) + h_{n+1}(x_n, y_{n+1}) + \dots + h_N(x_{N-1}, y_N),$$

где $n = 0, 1, 2, \dots, N$.

Для того, чтобы методом динамического программирования находить не максимум функции прибыли, как было изложено выше, а минимум функции затрат достаточно лишь заменить во всех соответствующих формулах максимум на минимум [1].

Учитывая вышесказанное, выполнить вычисления в задачах динамического программирования удобнее от конца к началу. Действительно легко можно планировать последний, $m-1$. Выполняя вычисления по последнему шагу, надо сделать ряд предположений: как закончился предыдущий, $m-1$, шаг и для каждого предположения найти условно-оптимальное решение на m -м шаге. Аналогично выполняются $m-1$, $m-2$ и т.д. шаги, вплоть до первого шага. Таким образом, будут найдены условно-оптимальные

4. Модель движения транспортных потоков по улично-дорожной сети и ее программная реализация / Н.А. Наумова, Л.М. Данович, В.Н. Савин [и др.] // Транспорт Урала. – 2009. – № 4 (23). – С. 14–18.
5. Математическая модель движения транспортных потоков по улично-дорожной сети / Н.А. Наумова, Л.М. Данович, В.Н. Савин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2009. – № 5(153). – С. 3–5.

УДК 330.4

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ КАПИТАЛА**



**APPLICATION OF THE MONTE CARLO METHOD FOR MODELING
ECONOMIC PROCESSES OF CAPITAL ACCUMULATION**

Булатникова И.Н.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
kras.anis@yandex.ru

Патраков П.А.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Patrakovpavel18@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные моменты применения метода Монте-Карло для моделирования экономических процессов накопления капитала, описываются принципы моделирования и результаты создания программного обеспечения для моделирования экономических процессов накопления капитала.

Ключевые слова: Метод Монте-Карло, накопление капитала, программная реализация.

Bulatnikova I.N.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
kras.anis@yandex.ru

Patrakov P.A.

Student,
Kuban State University of Technology
Patrakovpavel18@gmail.com

Abstract. The article discusses the main points of using the Monte Carlo method for modeling economic processes of capital accumulation, describes the principles of modeling and the results of creating software for modeling economic processes of capital accumulation.

Keywords: Monte Carlo method, capital accumulation, software implementation.

Накопление капитала – это сбережение денег для своих будущих нужд или создание источников пассивного дохода. Происходит эта процедура постоянным откладыванием денег с каждого дохода. Чаще всего для откладывания используется процентное соотношение от суммы дохода. Минимальный процент для откладывания денег составляет 10 %. Чем больший процент от дохода сможете отложить сейчас, тем быстрее сможете накопить крупный капитал.

Иногда накопление денежных средств может быть довольно трудной задачей. Для помощи в этом деле нами была разработана математическая модель, помогающая вычислить вероятность успеха в накоплении капитала при заданных значениях заработной платы, срока накопления, ожидаемого уровня расходов и т.д. В основе работы математической модели лежит метод Монте-Карло [1].

Метод Монте Карло используется для решения различных задач, где результат зависит от случайных процессов. В частности, метод широко используется в экономике, инвестиционных прогнозах и инвестиционном анализе, финансовом планировании. Моделирование по методу Монте Карло позволяет вычислить множество значений. Используя эти значения, определяется искомый результат путем вычисления среднего арифметического значения или диапазона, в котором может находиться искомый результат.

Имитационное моделирование (ситуационное моделирование) – методика построения моделей, которые описывают процессы так, как они протекали бы в действительности. Эти модели можно «проиграть» во времени для испытаний. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По полученным таким образом данным можно получить достаточно устойчивую и точную статистику.

Имитационным моделированием пользуются в таких случаях, как:

- Большая стоимость реальных экспериментов на объекте или невозможность данного эксперимента;
- Необходимо наглядное представление поведения системы или объекта во времени.

Можно выделить две разновидности имитации:

- Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний);
- Метод имитационного моделирования (статистическое моделирование).

Область применения метода Монте-Карло достаточно широка. В качестве примеров можно привести расчет систем массового обслуживания, расчет качества и надежности изделий, вычисление определенного интеграла и др.

Метод Монте-Карло относится к методам моделирования различных явлений, событий, параметров или процессов, как благоприятных, так и неблагоприятных, с целью определения вероятности их наступления. Для этого генерируется определенное количество случайных величин, отвечающих установленным критериям, а затем на их основе вычисляют приблизительное значение искомой величины.

ММК применяется в следующих областях:

1. Физика, химия, биология – для моделирования различных явлений.
2. Экономика и финансы – для оценки и прогнозирования инвестиций, расчета доходности финансовых инструментов, сроков окупаемости и др. Метод Монте-Карло широко применяется для оценки рисков;
3. Игровая индустрия – для моделирования искусственного интеллекта и др.
4. Технология и др. инженерные науки используют метод Монте-Карло в прогнозировании НТП.
5. Социология – для изучения общественного мнения (люди, принимающие участие в опросах, отбираются в случайном порядке).

По сути, методу можно найти применение во многих сферах, где необходимы расчеты и прогнозирование.

Итак, метод Монте Карло позволяет рассчитать какую-либо величину (или диапазон значений) с использованием множества случайных величин.

Для прогнозирования рисков, доходности, сроков окупаемости и других финансовых результатов используется метод Монте-Карло-симуляции. Вероятность события определяется так: программа выбирает комбинации случайных значений (например, неблагоприятных исходов) и на основании этого выдает усредненный результат. Для получения более точного значения симуляцию следует повторить несколько раз.

При проведении расчетов по методу Монте-Карло предполагается, что известны значения всех параметров, определяющих величину отдельных компонентов денежного потока. Для тех параметров, которые рассматриваются в качестве факторов риска, исходное значение принимается в качестве ожидаемого при моделировании случайного распределения этого фактора на ЭВМ.

Организационно метод Монте-Карло как метод имитационного компьютерного моделирования можно описать такой последовательностью основных этапов.

Этап 1. Определение основных показателей оценки инвестиционного проекта, по отношению к которым будет измеряться влияние факторов риска. К числу таких показателей могут быть отнесены: чистая настоящая стоимость проекта, ставка внутреннего процента, индекс доходности, период окупаемости или другие по желанию инвестора, предполагающего осуществить рассматриваемый проект.

Этап 2. Выделение параметров, рассматриваемых как факторы риска, которые будут моделироваться в форме случайных величин. Для их численной реализации предполагается проводить компьютерное моделирование на основе генераторов псевдослучайных чисел, встроенных в пакет Microsoft Excel, на основе заранее выбранной формы распределения. Для анализа выделяют те компоненты денежного потока, которые, по мнению инвестора, менеджера или эксперта в соответствующей области, оказывают наиболее сильное влияние на изменение выделенного показателя проекта, т.е. являются наиболее существенными факторами риска. В принципе можно рассмотреть, как случайные все параметры всех компонентов денежного потока, но это связано с тремя проблемами. Во-первых, увеличение числа выделенных случайных параметров может привести к противоречивым результатам вследствие коррелированное™ рассматриваемых реализаций случайных величин; во-вторых, это может потребовать больше времени для анализа полученных результатов и обоснования влияния отдельных факторов; в-третьих, останется не выявленным, какие именно факторы повлияли на результаты.

Этап 3. Выбор формы распределения случайных величин, на основе которых будет проведена компьютерная имитация их численной реализации. Он осуществляет-

ся на основе некоторых представлений о распределениях рассматриваемых показателей. В числе подобных распределений можно отметить: нормальное, логнормальное (чаще используется при моделировании параметров финансовых рынков), треугольное, равномерное и др. Нормальное, треугольное и равномерное распределения являются симметричными, и их использование опирается на предположение о симметричном распределении будущих результатов, хотя и с различной плотностью заполнения. Логнормальное распределение не является симметричным, и его применение опирается на предпосылку о том, что большая часть значений случайной величины сдвинута в определенную сторону относительно ожидаемого значения [2].

Имитационное моделирование по методу Монте-Карло представляет собой определение математического ожидания (среднего значения случайной величины) путем проведения определенного количества симуляций (испытаний).

Предположим, требуется найти математическое ожидание α для случайной величины X : $M(X) = \alpha$.

Классическая формула расчета математического ожидания выглядит так:

$$M(X) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p_i ,$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – значения величины, p_1, p_2, \dots, p_n – вероятности, с которыми эти значения принимает величина.

Моделирование методом Монте-Карло выполняется следующим образом: проводится n симуляций (испытаний). В результате получится какое-то количество значений X . Далее определяется их среднее арифметическое, которое и будет приближительным значением α .

При создании модели все неопределенные факторы заменяются диапазоном возможных значений. Данные для получения искомой величины определяются путем стохастической (случайной) выборки. Количество симуляций зависит от цели исследования. Моделирование повторяется сотни, тысячи, иногда десятки тысяч раз – чем больше испытаний, тем более достоверный результат будет получен на выходе.

В результате наших исследований была создана программа для ЭВМ «Моделирование экономических процессов накопления капитала» в среде VisualStudio на языке программирования C#. Выбор пал именно на этот язык неслучайно. Обладая мощностью (Объектно-ориентированность языка, которому присущи такие свойства как инкапсуляция, полиморфизм и наследование) и имея существенную техническую поддержку, трудностей при разработке возникало очень мало.

При запуске программы пользователю будет предложено ввести входные данные для расчета вероятности успеха накопления нужной ему суммы капитала. Входными данными для программы являются:

- Минимальная сумма, которую желает накопить пользователь;
- срок, за который планируется накопить данную сумму (года, месяцы, дни);
- уровень фиксированной заработной платы за месяц (если плата фиксированная);
- максимальный и минимальный уровень нефиксированной заработной платы за месяц (если плата нефиксированная);
- подоходный налог (%);
- ожидаемый доход помимо заработной платы (указывается диапазон);
- ожидаемый уровень расходов за месяц (указывается диапазон);
- непредвиденные расходы (диапазон, необязательно для заполнения);
- количество итераций.

Также пользователь может решить, нужно ли выводить результаты каждой итерации работы программы.

Работа программы начинается нажатием кнопки «Произвести расчет».

Справа в окне программы находятся три текстовых поля. При нажатии кнопки в первом поле отобразится введенная пользователем информация и результат работы программы. Во втором поле отдельно будет выведен только результат работы. В третьем поле выводятся результаты работы после каждой итерации. После получения результата работы программы расчет можно провести еще раз, используя старые или введя новые данные для расчета (рис. 1).

При создании модели все неопределенные факторы заменяются диапазоном возможных значений. Данные для получения искомой величины определяются путем стохастической (случайной) выборки. Количество симуляций зависит от цели исследования. Моделирование повторяется сотни, тысячи, иногда десятки тысяч раз – чем больше испытаний, тем более достоверный результат будет получен на выходе.

The screenshot shows a software interface for a simulation. On the left, there are input fields for:

- Minimal sum to accumulate: 30000
- Term: 0 years, 2 months, 0 days
- Fixed salary level: (empty)
- Variable salary level: 10000 - 30000 (checked)
- Income tax: 13%
- Income besides salary: 2000 - 5000
- Expected monthly expenses: 2000 - 5000
- Unplanned expenses: (empty) (unchecked)
- Number of iterations: 100 (checked to show results)

 A 'Calculate' button is at the bottom left. On the right, there are two scrollable result panels:

- Top panel: 'Desired sum: 30000', 'Term: 0 years 2 months 0 days', 'Salary range: 10000 - 30000', 'Tax: 13%', 'Income: 2000 - 5000', 'Expenses: none', 'Result: 74%'. Below it, 'Probability of accumulating the specified sum is 74%'.
- Bottom panel: 'Accumulated sum = 38800', 's = 99', 'm = 1 | zp = 10146 | др. доход = 3961 | расх. = 4672 | непр. расх. = 0 | накопленная сумма = 8117', 'm = 2 | zp = 13427 | др. доход = 3161 | расх. = 4372 | непр. расх. = 0 | накопленная сумма = 18588', 's = 100', 'm = 1 | zp = 25935 | др. доход = 3422 | расх. = 4042 | непр. расх. = 0 | накопленная сумма = 21944', 'm = 2 | zp = 26833 | др. доход = 4521 | расх. = 3031 | непр. расх. = 0 | накопленная сумма = 46779'.

Рисунок 1 – Окно и результат работы программы

Таким образом, имитационное моделирование методом Монте-Карло позволяет рассмотреть все возможные последствия математических решений и оценить влияние рисков, обеспечивая, таким образом, более высокую эффективность принятия решений в условиях неопределенности [3].

Список литературы:

1. Guerrero H. 2010 Excel Data Analysis – Modeling and Simulation / H. Guerrero // Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2010 – № 1 – P. 69–73
2. Bulatnikova I.N. Digital Generation of Harmonic Signals / I.N. Bulatnikova, N.N. Gershunina // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 7. – № 6. – P. 201.
3. Карнаухов В.И. Особенности разработки системы принятия решений в условиях неопределенности / В.И. Карнаухов, И.Н. Булатникова // Сборник лучших научных работ молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. Гуманитарные науки. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2017. – С. 50–52.

УДК 330.4

**ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ
СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**



**MAIN ASPECTS OF THE DEVELOPMENT
OF A PRODUCTION EFFICIENCY ANALYSIS SYSTEM**

Булатникова И.Н.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
kras.anis@yandex.ru

Яковлева Е.С.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
liza.yakovleva.010.ru@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты разработки системы анализа эффективности производства, определяются факторы, влияющие на эффективность производства, пути их реализации в частности через применение ABC-анализа.

Ключевые слова: эффективность производства, системы анализа, программная реализация.

Bulatnikova I.N.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
kras.anis@yandex.ru

Yakovleva E.S.

Student,
Kuban State University of Technology
liza.yakovleva.010.ru@mail.ru

Abstract. The article discusses the main aspects of the development of a production efficiency analysis system, identifies factors affecting production efficiency, ways to implement them, in particular through the use of ABC analysis.

Keywords: production efficiency, analysis systems, software implementation.

Главная задача любого предприятия – увеличение прибыли. Для этого можно вложить дополнительные средства и увеличить объемы работ, можно закупить новое оборудование или программное обеспечение и усовершенствовать производственный процесс, а можно пойти наиболее простым путем и извлечь максимум из того, что уже имеется.

Сегодня важной проблемой в условиях рынка является организация и стимулирование процесса продажи товаров и услуг для повышения эффективности производства. В этой связи центральное место в системе управления должен занять маркетинг, так как ему принадлежит ведущая роль в организации полноценного рыночного хозяйства, полностью ориентированного на реальных и потенциальных потребителей товаров и услуг.

Одним из самых главных направлений деятельности маркетинга каждого предприятия является ассортиментная политика. Особенно это направление приобретает особую значимость в нынешних условиях, когда к товару со стороны потребителя предъявляются очень высокие требования по качеству и ассортименту, и от эффективности работы предприятия с производимым товаром зависят все экономические показатели организации и рыночная доля. Как свидетельствует мировой опыт, лидерство в конкурентной борьбе получает тот, кто наиболее компетентен в ассортиментной политике, владеет методами её реализации и может максимально эффективно ею управлять.

Поэтому сегодня требуется простой и в то же время мощный инструмент анализа, позволяющий выявить объекты, требующие первостепенного внимания, что особенно актуально при дефиците управленческих ресурсов. Такая система будет очень популярна в логистике, особенно в управлении запасами производства.

Следует заметить, что можно упустить основной эффективности – интенсификацию производства, если ориентироваться лишь на темпы роста, как на показатель, характеризующий эффективность производства. За счет экстенсивных факторов могут быть достигнуты высокие темпы подъема, то есть в итоге дополнительных капитальных вложений на расширение производства (новое строительство, обновление оборудования, реконструкция предприятий), хотя использование внутренних запасов и средств производства при этом имеет возможность оставаться на низком уровне.

Но было бы неверно из сказанного сделать вывод о непригодности показателя темпов роста для оценки отдельных технико-экономических показателей и эффективности производства. Долгое время экономисты спорили о том, с помощью какого показателя можно более объективно определить производства.

Ранее было сказано, что показатели экономической эффективности представляют собой систему оценок, которая производственно-хозяйственную деятельность предприятия и состоит из обобщающих и функциональных показателей. К группе обобщающих можно отнести следующие показатели [2]:

- а) темпы роста выпуска продукции;
- б) общая рентабельность и её рост;
- в) затраты на один рубль товарной продукции, производство чистой продукции на один рубль затрат.

Сейчас, как показывает практика, далеко не все могут проводить этот анализ правильно, иногда допуская грубые ошибки. Для минимизации рисков допущения ошибок, необходимо придерживаться алгоритма, который представляет собой определенную последовательность действий. Целью нашей научной работы – разработка такой системы анализа эффективности производства.

Рационализировать ресурсы, а соответственно и оптимизировать работу компании, можно с помощью разрабатываемой нами системы анализа – комплекса экономически обоснованных методов ранжирования сырья, запасов и прочих важных для предприятия «объектов».

Благодаря разрабатываемой нами системе анализа можно понять, какими ресурсами лучше запастись впрок, а какие стоит приобретать непосредственно в момент необходимости, количество каких товаров следует увеличить, а количество каких – уменьшить, на каких поставщиков стоит полагаться, а на каких лучше не надеяться. Иными словами, с ее помощью можно вычислить наиболее/наименее прибыльные товары, наиболее/наименее перспективных поставщиков, наиболее/наименее выгодные запасы и т.д.

Применение результатов системы анализа позволяет повысить уровень логистики предприятия и, тем самым, минимизировать риски, сократить расходы и увеличить прибыль.

Разрабатываемая система должна решать следующие задачи:

- выявление топовых позиций производства по заданным критериям на основе методов кросс-ABC-XYZ-анализа;
- нахождение проблемных товарных групп, ранжирование поставщиков с помощью анализа товарных групп и срезов;
- поиск неликвидов, выбывшего ассортимента, сверхзапасов с использованием анализа ассортимента.

Стратегические решения проясняются и подтверждаются математическим прогнозом, появляется единый инструмент принятия решений и контроля за их исполнением.

Особо хотелось остановиться на таком инструменте управления как ABC-анализ. В нашей стране системы ABC-анализа используются эпизодически, хотя данный подход может применяться практически в любых областях деятельности.

В литературе приводятся примеры проведения анализа по показателям оборота, прибыли, трудоемкости, расходов на материалы, и даже по таким параметрам, как помехозащищенность, быстродействие, потребляемая мощность и т.д. [1]. Данный анализ может применяться в отношении любого перечня, поддающегося ранжированию (товаров, услуг, клиентов, материальных и интеллектуальных ресурсов и т.д.). Наиболее популярно может быть его использование в логистическом менеджменте при управлении запасами. Традиционная система учета, ведение которой обусловлено законодательством, не позволяет отразить информацию, необходимую для использования этого подхода анализа. Следовательно, предприятие должно расширить существующую систему бухгалтерского учета. При этом важно, чтобы информация о затратах не просто отражалась в разрезе отдельных операций, а отражалась максимально быстро.

Наиболее вероятно, что извлекут выгоду из учета на основе деятельности компании, которые имеют некоторые или все перечисленные характеристики:

- высокий уровень накладных расходов;
- операционный персонал не уверен в точности существующей информации о затратах;
- широкое разнообразие операционных действий;
- широкое разнообразие изделий;
- широкое разнообразие в числе дорогостоящих установок;
- большие изменений в действиях через какое-либо время, но небольшие изменения в системе учета;
- улучшенная компьютерная технология.

Условия:

- большое количество продуктов;
- много поддерживающих процессов;
- стандартизированный процесс;
- периодичность изменений в расходах.

Показателем, который может свидетельствовать о необходимости такого анализа, является операционный рычаг, который рассчитывается как отношение маржинальной прибыли к чистой и отражает меру операционного риска компании. Необходимость такого анализа возрастает по мере увеличения модуля этого показателя [2].

Данный анализ целесообразно применять в условиях:

- интенсивной конкуренции;
- не прямые затраты составляют значительную часть от общих затрат.

Для того чтобы предлагаемый анализ стал возможен, в компании необходимо наличие единого классификатора материально-технических ресурсов в информационной базе, в кодах которого заложен учет их прихода, расхода и складских запасов. Когда процедура ABC-анализа проводится впервые, встает вопрос, насколько детально должна быть отражена информация по поступлению материально-технических ресурсов (по позициям, подгруппам, группам и т.д.).

В основе ABC-анализа лежит закон Парето или, как его еще называют, правило 20/80. Согласно данному закону 20 % продаваемых товаров приносят 80 % дохода, а 20 % ресурсов предприятия дают 80 % всего оборота.

Благодаря ABC-анализу можно понять, какими ресурсами лучше запасаться впрок, а какие стоит приобретать непосредственно в момент необходимости, количество каких товаров следует увеличить, а количество каких – уменьшить, на каких поставщиков стоит полагаться, а на каких лучше не надеяться. Иными словами, с его помощью можно вычислить наиболее/наименее прибыльные товары, наиболее/наименее перспективных поставщиков, наиболее/наименее выгодные запасы и т.д.

Но было бы неверно из сказанного сделать вывод о непригодности показателя темпов роста для оценки отдельных технико-экономических показателей и эффективности производства. Долгое время экономисты спорили о том, с помощью какого показателя можно более объективно определить производства.

Ранее было сказано, что показатели экономической эффективности представляют собой систему оценок, которая производственно-хозяйственную деятельность предприятия и состоит из обобщающих и функциональных показателей. К группе обобщающих можно отнести следующие показатели [2]:

- а) темпы роста выпуска продукции;
- б) общая рентабельность и её рост;
- в) затраты на один рубль товарной продукции, производство чистой продукции на один рубль затрат.

В процессе анализа исследуемые товары/ресурсы делят на 3 группы (реже на 4–5).

- Группа А. Сюда относят именно те 20 % товаров/ресурсов, которые и приносят 80 % дохода/дают 80 % оборота.
- Группа В. Сюда включают 30 % товаров/ресурсов, приносящих 15 % дохода/дают 15 % оборота.

- Группа С. В нее включают оставшиеся 50 % товаров/ресурсов, приносящих около 5 % дохода/ дающих около 5 % оборота.

Любую группу товаров (сырья, комплектующих и т.д.) можно исследовать по одному признаку, а можно по нескольким. Главное делать все постепенно.

В процессе анализа нужно соблюдать следующие правила:

- Мы рекомендуем проведение анализа ABC по всему ассортименту. Для отдельных задач допустимо по разным поставщикам.

- Правильно проводить ABC анализ по разным складам. При необходимости можно объединять между собой склады по размерам и географии.

- Классический ABC анализ проводится на прошлом периоде. Если есть возможность и это не сильно затратно, можно проводить анализ на будущее. Обычно такой анализ проводится либо по выручке, либо по прибыли.

- Мы рекомендуем при проведении ABC анализа новые товары исключать. При проведении ABC анализа товары будут разделены на группы А, В, С и «новые товары». Когда последние перестанут быть новыми, они попадут в анализ, получат группу А, В, или С, и тогда можно применять к ним методики политики по управлению товарными запасами.

- При корректировке анализа на дефицит рекомендуется делать поправку только по тем товарам, по которым суммарный процент дефицита был меньше определённого параметра.

- Помним, что сезонность тоже может повлиять на показатели ABC-анализа и при необходимости учитываем этот фактор.

На сегодняшний день нами создана структура системы эффективности, проведен анализ и выбор экономико-математических методов и методов теории принятия решений, проведена программная реализация метода ABC-анализа [3, 4]. Проводится подтверждение достоверности разработанной методики на примере нескольких предприятий и создается программный комплекс, моделирующий разработанный анализ эффективности производства.

Список литературы:

1. Герасимова В.Д. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности промышленного предприятия : учеб. пособие. – М. : КНОРУС, 2011.
2. Карнаухов В.И. Особенности разработки системы принятия решений в условиях неопределенности / В. И. Карнаухов, И.Н. Булатникова // Сборник лучших научных работ молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. Гуманитарные науки. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2017. – С. 50–52.
3. Bulatnikova I.N. Modification of difference-iterative algorithms / I.N. Bulatnikova, N.N. Gershunina // International Journal of Control The ory and Applications. – 2016. – Vol. 9. – № 30. – P. 297–304.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017615657 Российская Федерация. Программа ABC-анализа ассортимента продукции : № 2017612503 : заявл. 27.03.2017; Опубл. 19.05.2017 / И.Н. Булатникова, Н.А. Рудешко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ»).

УДК 330.4

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА



OPTIMIZATION OF CREDIT SCORING FORMATION PROCEDURE

Данович Л.М.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
dlm59@mail.ru

Гуртякова А.П.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
kalidanastya@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы формирования кредитного скоринга с целью оптимизации кредитной системы. Описываются основные моменты программной реализации формирования кредитного скоринга.

Ключевые слова: кредитный скоринг, банковская система, программная реализация.

Danovich L.M.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
dlm59@mail.ru

Gurtyakova A.P.

Student,
Kuban State Technological University
kalidanastya@gmail.com

Abstract. The article discusses the issues of the formation of credit scoring in order to optimize the credit system. The main points of the program implementation of the formation of credit scoring are described.

Keywords: credit scoring, banking system, software implementation.

Основным направлением деятельности любого коммерческого банка является кредитование обратившихся к нему клиентов. Это наиболее распространенный инструмент для платного размещения банковских ресурсов. Разнообразие активных операций банка, включая кредитование, заключается в нахождении оптимального баланса риска и прибыльности.

Рынок потребительского кредитования в России является одним из динамично развивающихся сегментов финансового рынка. За последние три года он увеличился в пять раз. По мнению экспертов, в будущем этот спрос будет расти. В настоящее время предоставление кредитов физическим лицам на приобретение товаров народного потребления (бытовая техника, мебель, а в некоторых случаях и автомобили) может осуществляться не только в офисах банков, но и непосредственно в магазинах. Коммерческим банкам выгодно осуществлять такое кредитование, так как это позволяет им значительно расширить свой бизнес, а также уменьшить риски при формировании кредитных портфелей.

Имеющаяся статистика показывает, что доля невозвратов по кредитам может превышать 10 %. Текущая ситуация на рынке потребительского кредитования требует более совершенных и современных методов управления рисками [1].

Для того чтобы принять решение о выдаче кредита и избежать дальнейших последствий банк должен оценить кредитоспособность и сформировать личный рейтинг заемщика

Под термином «кредитоспособность заемщика», как правило, понимается комплекс определенных факторов, в том числе: дееспособность и правоспособность заемщика для совершения кредитной сделки; его деловая репутация; наличие обеспечения, а также его доходы.

Кредитоспособность заемщика (физического лица) – его комплексная правовая и финансовая характеристика, представленная финансовыми и нефинансовыми показателями, позволяющая оценить его возможность полностью и в срок, предусмотренный в кредитном договоре, рассчитаться по своим долговым обязательствам перед банком, предоставляющим кредит, а также определяющая степень риска кредитора при кредитовании конкретного заемщика.

В современном мире кредитные операции банка лидируют среди остальных как по доходности, так и по количеству размещенных средств. Принципиально важным моментом в формировании рейтинга клиента, желающего получить кредит, является

определение банком способности заемщика погасить основную сумму кредита в оговоренный срок, а также выплатить проценты за предоставление данной услуги.

Проблема своевременных платежей по кредитам актуальна для большинства банковских учреждений, решение которой в значительной степени зависит от качества оценки кредитоспособности потенциальных заемщиков. Анализ кредитоспособности в большинстве банков проводится экспертами, которые полагаются в основном на свой опыт и интуицию, что может привести к внесению необоснованных субъективных суждений в принятие решений. Также мнения аналитиков часто расходятся особенно при обсуждении вопросов со множеством альтернативных решений, что приводит к возникновению немалого количества спорных ситуаций.

Насущность данной темы определяется тем, что банкам существенно важно получение информации о кредитоспособности каждого потенциального заемщика, поскольку от этого во многом зависит их прибыльность и ликвидность. Снижение риска при совершении кредитных операций может быть достигнуто лишь на основе всестороннего изучения кредитоспособности клиентов банка, что в то же время позволит качественно организовать кредитование с учетом соблюдения сроков использования кредита.

Для оценки кредитного риска кредитоспособность заемщика анализируется с помощью кредитного скоринга, суть которого заключается не только в том, чтобы выяснить, способен ли клиент погасить кредит или нет, но и степень надежности и приверженности клиента. Другими словами, скоринг оценивает, насколько клиент «достоин» кредита.

В условные обязательства кредитного характера включают обязательства двух видов: обязательства произвести выплаты в случае невыполнения контрагентами своих обязательств перед другими кредиторами (например, банковские гарантии и поручительства, выданные банком, авали, другие обязательства); обязательства банка предоставить средства на возвратной основе (например, не использованные клиентами кредитные линии).

Следующая величина, включаемая в качестве элемента в величину кредитного риска согласно Инструкции № 180-И – это величина «КРС».

Срочные сделки (отраженные на внебалансовых счетах) – это сделки, исполнение которых (дата расчетов по которым) осуществляется сторонами не позднее третьего рабочего дня после дня их заключения. Охарактеризованные элементы в сумме показывают величину, которую банк может потерять, имея определенный набор активов и других инструментов, несущих кредитный риск; указанная величина ставится в зависимость от размера собственных средств (капитала) в определенной пропорции, получившей название «достаточность капитала».

Положение № 590-П несколько по-иному определяет кредитный риск коммерческого банка. Так, согласно п. 1.3 указанного положения кредитный риск по ссуде – это обесценение ссуды, т.е. потеря ссудой стоимости вследствие неисполнения либо ненадлежащего исполнения заемщиком обязательств по ссуде перед кредитной организацией, либо вследствие существования реальной угрозы такого неисполнения (ненадлежащего исполнения). Величину потерь кредитной организации по ссуде отражает размер расчетного резерва, на которую влияет финансовое положение заемщика, качество обслуживания заемщиком основного долга по ссуде и по выплате процентов, в том числе срок просрочки, наличие реструктурирования ссуды, источник погашения и цель ссуды.

Скоринг – это математическо-статистическая модель, с помощью которой, на основе конкретных личных показателей клиентов, банк пытается определить, насколько вероятно, что данный потенциальный заемщик погасит кредит вовремя.

В западной банковской системе, когда человек обращается за кредитом, для анализа используется следующая информация, которой банк может обладать заранее:

- 1) анкета, заполняемая заемщиком;
- 2) информация на данного заемщика из кредитного бюро (организация, которая хранит кредитную историю всего взрослого населения страны);
- 3) данные движений по счетам, если речь идет об уже действующем клиенте банка.

Кредитные аналитики используют понятия: «характеристики» клиентов (в математической терминологии – переменные, факторы) и «признаки» – значения, принима-

емые переменной. Если вы представите анкету, которую заполняет клиент, то характеристики – это вопросы, указанные в анкете (возраст, семейное положение, профессия), а признаки – это ответы на эти вопросы.

В самом упрощенном виде скоринговая модель представляет собой взвешенную сумму определенных характеристик. В результате формируется личный рейтинг; чем он выше, тем выше надежность клиента, и банк может упорядочить своих клиентов по степени возрастания кредитоспособности.

Философия скоринга заключается не в том, чтобы найти объяснения, почему этот человек не платит. Скоринг выделяет те факторы, которые наиболее тесно связаны с ненадежностью или, наоборот, с надежностью клиента. Мы не знаем, погасит ли этот заемщик кредит, но мы знаем, что в прошлом люди такого возраста, такой же профессии, с таким же уровнем образования и с таким же количеством иждивенцев не возвращали кредит. Это является одним из весомых поводов отказа в кредитовании этого человека.

Такова дискриминационная (не в статистическом, а в социальном значении этого слова) природа скоринга, т.е. если человек формально близок к группе с плохой кредитной историей, то ему вероятней всего не дадут кредит. Поэтому, даже при очень высокой степени использования автоматизированных систем оценки, субъективное вмешательство осуществляется, когда кредитный инспектор располагает дополнительной информацией, доказывающей, что потенциальный заемщик, классифицированный как ненадежный для предоставления кредита, на самом деле является «хорошим», и наоборот.

В настоящее время скоринг становится все более популярным не только при оценке риска различных видов кредитов, но и в других областях: в маркетинге (для определения вероятности того, что данная конкретная группа клиентов будет использовать данный тип продукта), при работе с должниками (если клиент опаздывает со следующим платежом, какой метод воздействия будет наиболее эффективным), при выявлении мошенничества с кредитными картами, при определении вероятности того, что клиент может перейти к конкуренту и т.д.

Однако скоринг в традиционном виде – достаточно трудоемкая процедура. В век современных технологий самым грамотным решением будет оптимизация данного процесса при помощи применения специально разработанных программ. Это позволит упростить и ускорить процесс анализа профиля потенциального клиента.

Одним из примеров таких программ является разработанная нами программа формирования личного рейтинга клиента коммерческого банка», которая в течение всего нескольких минут рассчитывает кредитоспособность потенциального заемщика на основании восьми показателей:

1. Дееспособность клиента.
2. Отсутствие действующих кредитов.
3. Хорошая кредитная история.
4. Предоставление всех необходимых документов.
5. Наличие постоянного официального места работы.
6. Наличие поручителя.
7. Наличие прописки.
8. Наличие гражданства.

Работа данной программы основана на применении таблицы оценок из теории принятия решений [2, 3].

Таблица оценок – способ компактного представления модели со сложной логикой; инструмент для упорядочения требований, которые должны быть соблюдены при принятии конкретного решения. Это взаимосвязь между множеством условий и вариантов решений, основанных на соответствии тому или иному условию.

Ответ программы зависит от совокупности введенных показателей, в каждый из которых вводится логическое значение (да/нет). По введенным показателям выбирается ответ в таблицы принятия решений (табл. 1).

Данная программа сравнивает введенные показатели с указанными таблицами и при соответствии выдает ответ, что позволяет без каких-либо дополнительных расчетов и усилий не только узнать личный рейтинг потенциального заемщика, но и основанное на нём решение о возможности одобрения данному клиенту кредита.

Алгоритм принятия решения программой таков:

1. Чтение введенных показателей пользователя;
2. Сравнение введенных данных с указанными в таблице;
3. Если все показатели совпадают с записью в таблицы, то выдается решение, указанное в столбце «Ответ программы».
4. Если введенным показателям не соответствует ни одна запись таблицы, то выдается ответ, указанный в строке «Любое другое сочетание».

Таблица 1 – Таблица оценок

Дееспособность клиента	Отсутствие действующих кредитов	Хорошая кредитная история	Предоставление всех необходимых документов	Наличие постоянного официального места работы	Наличие поручителя	Наличие прописки	Наличие гражданства	Ответ программы
да	да	да	да	да	да	да	да	[Имя клиента] – надежный клиент, кредит одобрен
да	да	да	да	нет	нет	нет	да	[Имя клиента] – клиент с хорошей репутацией, кредит одобрен
да	да	да	да	нет	нет	нет	да	[Имя клиента] – клиент с неплохой репутацией, кредит одобрен
да	нет	нет	да	нет	нет	нет	да	[Имя клиента] – для этого клиента кредит одобрен, но с ограниченными условиями
Любое другое сочетание								[Имя клиента] – для этого клиента кредит не одобрен

Данный способ совершенствования организации процесса кредитования физических лиц на этапе оценки их кредитоспособности и формирования персонального рейтинга каждого клиента, нуждающегося в предоставлении кредита, позволяет оптимизировать эти процедуры, ускорить их процесс, а также получить более точный результат. В результате это поможет банковским учреждениям снизить риски кредитования, обеспечить необходимую стабильность и заданный уровень прибыльности.

Список литературы:

1. Лаврушин О.И. Осуществление кредитных операций / О.И. Лаврушин, Н.А. Амосова, Н.Э Соколинская. – Изд-во Кнорус, 2022.
2. Карнаухов В.И. Особенности разработки системы принятия решений в условиях неопределенности / В.И. Карнаухов, И.Н. Булатникова // Сборник лучших научных работ молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. Гуманитарные науки. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2017. – С. 50–52.
3. Мальцев Е.А. Выбор метода принятия решений в условиях неопределенности / Е.А. Мальцев, Г.Б. Цагараев, И.Н. Булатникова // Сборник лучших научных работ молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах : в 3-х частях / Кубанский государственный технологический университет. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2015. – С. 86–88.

УДК 663.938

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА
И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**



ENSURING THE QUALITY AND SAFETY OF FOOD PRODUCTS

Данович Л.М.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
dlm59@mail.ru

Красина И.Б.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный
технологический университет
kib@mail.ru

Сторчеус К.Н.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
ksenyas02@mail.ru

Терехов В.В.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
mitya.ivanov.2015@mail.ru

Аннотация. Целью исследования является возможность создания новых мучных кондитерских изделий пониженной калорийности и высокой физиологической ценности с использованием натурального сахарозаменителя – стевиозида и вторичных продуктов переработки различных видов сырья. Доказано, что внесение функциональных добавок позволяет не только улучшить качество вафельных изделий, но и повысить их пищевую и физиологическую ценность за счет увеличения содержания белка, пищевых волокон и минеральных веществ.

Ключевые слова: функциональные добавки, стевиозид, генетически модифицированные источники, пищевые волокна.

Danovich L.M.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
dlm59@mail.ru

Krasina I.B.

PhD in Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
kib@mail.ru

Storcheus K.N.

Student,
Kuban State Technological University
ksenyas02@mail.ru

Terekhov V.V.

Student,
Kuban State Technological University
mitya.ivanov.2015@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is the possibility of creating new low-calorie and high physiological value flour confectionery products using a natural sweetener – stevioside and secondary products of processing of various types of raw materials. It has been proven that the introduction of functional additives can not only improve the quality of wafer products, but also increase their nutritional and physiological value by increasing the content of protein, dietary fiber and minerals.

Keywords: functional additives, stevioside, genetically modified sources, dietary fiber.

От качества питания в значительной степени зависит здоровье и качество самой жизни человека. В основе правильного питания положен принцип сбалансированности потребляемой пищи, благодаря чему обеспечивается оптимальная потребность организма в пищевых и биологически активных веществах. Основные положения современной концепции функционального питания касаются не только оптимальных пропорций нутриентов и пищевых волокон, но и объясняют механизмы возникновения и развития ряда заболеваний [1].

В последнее время одной из составляющих безопасности пищевых продуктов является медико-биологическая оценка продуктов питания из генетически модифицированных источников, которая включает в себя исследования возможных аллергенных, иммуномоделирующих, мутагенных свойств и показателей качества (содержание белка и его аминокислотный состав, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов). Серьезным вызовом генетически модифицированным продуктам является рынок натуральных, экологически безопасных продуктов питания [2].

Также важным с точки зрения сохранения качества и безопасности пищевых продуктов являются требования, предъявляемые к упаковочным материалам, предназначенным для контакта с продуктами питания [3].

Первые пищевые законодательства, устанавливающие пищевым продуктам появились еще в Вавилонии в 18 веке до нашей эры, где появились законы Хаммурапи, которые наряду с требованиями к продуктам предусматривали меры ответственности за выпуск и сбыт недоброкачественных пищевых продуктов. В 500 г. до нашей эры китайский император Танг издал декрет, по которому продавец гнилого мяса наказывался плетьюми.

В начале 20 века в нескольких штатах США существовали законы о «чистых продуктах». В 1906 г. появился первый федеральный закон, поправки к которому запрещают внесение в продукт любых пищевых добавок, влекущих за собой возникновение опухолевых заболеваний у человека или животных, ограничивая использование любых добавок, за исключением общепринятых безопасных веществ.

В Российской Федерации с учетом международного и отечественного опыта экологии питания, медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов регламентируются Законом Российской Федерации «О качестве и безопасности продуктов». С 1992 г. в стране действует закон РФ «О защите прав потребителей», также регламентирующий безвредность готовой продукции, применяемого сырья, материалов и доброкачественных отходов для людей и окружающей среды. Введены в действие с 01 июля 2002 г. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

С развитием пищевой технологии, химии, микробиологии и биотехнологии появилось огромное количество новых пищевых добавок, а также начало расти загрязнение окружающей среды, что вызвало необходимость международного пищевого законодательства, ужесточающего требования к безопасности продуктов питания.

Это действительно не простой вопрос не только для производителей, но и для потребителей. Сегодня мы живем в рыночных условиях свободного выбора. Свобода предполагает ответственность, как производителей, так и потребителей. Исторически в России функции выбора, контроля, регулирования выполняло государство. Система ГОСТов успешно решала проблему безопасности продуктов нашего питания. Увы, сегодня мы имеем «все прелести» изобилия. Динамика поступления на рынок новых видов продуктов, новых производителей слишком велика. У нас формируется «западная» культура потребления со всеми вытекающими последствиями при слабой юридической базе, при разваленной системе государственного контроля. Многие виды товаров на наших прилавках имеют лишь ТУ – технические условия, создаваемые самим производителем, но, конечно же, утвержденные контролирующими органами. Сегодня мы надеемся на ответственность производителей, но ответственность выбора остается за нами – потребителями.

В настоящее время в мире организовано широкомасштабное производство пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников [4]. В целях информирования населения о содержании в пищевых продуктах генетически модифицированного сырья более чем в 130 странах введена маркировка подобных продуктов, а потребление их в пищу продолжает стремительно расти. Наука не стоит на месте, и экономика развивается по своим законам. Но потребитель должен иметь право выбора и право на достоверную, правдивую информацию, точно так же, как он должен знать о том, не содержит ли продукт повышенное количество пестицидов, тяжелых металлов или нитратов. Право на качество и безопасность товара – одно из ключевых прав потребителя.

Серьезным вызовом генетически модифицированным продуктам является рынок натуральных, экологически безопасных продуктов питания [5].

Поэтому нами исследуется возможность создания новых мучных кондитерских изделий пониженной калорийности и высокой физиологической ценности с использованием натурального сахарозаменителя – стевииозиды и вторичных продуктов переработки различных видов сырья, а именно сухой молочной сыворотки и свекловичных пищевых волокон, которые позволят повысить профилактические свойства изделий и обогатить их пищевыми волокнами, полноценными белками и минеральными элементами [6, 7].

На основании проведенных исследований создана рецептура вафель функционального назначения. Целесообразность применения стевии, неосветленных свекловичных волокон и сухой молочной сыворотки подтверждена исследованиями пищевой ценности разработанных вафельных изделий.

В последнее время одной из составляющих безопасности пищевых продуктов является медико-биологическая оценка продуктов питания из генетически модифицированных источников, которая включает в себя исследования возможных аллергенных, иммуномоделирующих, мутагенных свойств и показателей качества (содержание белка и его аминокислотный состав, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов). Серьезным вызовом генетически модифицированным продуктам является рынок натуральных, экологически безопасных продуктов питания [2].

Также важным с точки зрения сохранения качества и безопасности пищевых продуктов являются требования, предъявляемые к упаковочным материалам, предназначенным для контакта с продуктами питания [3].

Первые пищевые законодательства, устанавливающие пищевым продуктам появились еще в Вавилонии в 18 веке до нашей эры, где появились законы Хаммурапи, которые наряду с требованиями к продуктам предусматривали меры ответственности за выпуск и сбыт недоброкачественных пищевых продуктов. В 500 г. до нашей эры китайский император Танг издал декрет, по которому продавец гнилого мяса наказывался плетьюми.

Результаты исследований по химическому составу и пищевой ценности разработанных вафельных изделий без сахара проводили в сравнении с контрольным образцом – вафли «Ананасные» и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав вафельных изделий

Наименование	Суточная потребность (по МР2.3.1.1915-04), мг	Содержание в 100 г	
		опыт	контроль
Массовая доля, мг:			
белки	80000–100000	8280	3800
жиры	80000–100000	37250	41090
углеводы, в т.ч.	400000–500000	50460	61460
пищевые волокна	20000	2710	50
в т.ч. растворимые	2000–6000	186	–
в т.ч. нерастворимые	20000–40000	2524	50
Массовая доля минеральных веществ, мг/ 100 г:			
калий	2500	455,36	57,86
кальций	1250	327,73	15,19
фосфор	800	402,36	60,6
Энергетическая ценность, ккал	2500	618	556

Следует отметить, что в опытных образцах вафельных изделий содержание таких минеральных элементов, как натрий, калий, кальций, магний и фосфор, выше, чем в контрольном образце вафель.

Исследования показали, что содержание белка в опытных образцах вафель в 2,2 раза больше, чем в контроле. Отмечено, что содержание жира в опытных образцах осталось на том же уровне, что и в контрольном образце.

Особо следует отметить, что разработанные сорта вафельных изделий содержат в своем составе пищевые волокна, следовательно, наличие их в рационе питания является дополнительным источником пищевых волокон, которые обладают водоудерживающей способностью, сорбционными и ионообменными свойствами.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что внесение функциональных добавок позволяет не только улучшить качество вафельных изделий, но и повысить их пищевую и физиологическую ценность за счет увеличения содержания белка, пищевых волокон и минеральных веществ.

Из рекомендаций института питания РАМН известно, что суточная норма потребления взрослым человеком пищевых волокон соответствует 30 г, а потребление мучных кондитерских изделий в сутки составляет в среднем 100–200 г.

Принимая это во внимание можно сделать вывод, что потребление разработанных сортов вафельных изделий позволит обеспечить суточную норму пищевых волокон на 11 % и минеральных веществ таких как К на 18,2 %, Са на 41 %, Р на 40,3 % при употреблении 100 г разработанных вафель.

Для разработанных сортов вафель отмечено снижение энергетической ценности на 11 %. Учитывая весь комплекс ценных пищевых веществ, вафельные изделия можно отнести к продуктам функционального назначения [8].

Итак, мы рассмотрели лишь некоторые аспекты безвредности пищевых продуктов, знание которых позволит проводить политику здорового питания среди населения, защитит его от недоброкачественной продукции и обеспечит продовольственную безопасность.

Список литературы:

1. Влияние нетрадиционных фитодобавок на технологические свойства пряничного теста / Т.А. Карачанская [и др.] // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 1. – С. 48–50.
2. Красина И.Б. Технологии и продукты здорового питания / И.Б. Красина, Н.В. Ходус // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 9. – С. 92–93.
3. Куракина А.Н. Разработка технологии функциональных жевательных конфет / А.Н. Куракина, И.Б. Красина; Под ред. В.П. Крылова // В книге: Медицинская наука и здравоохранение. Материалы XII научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России. – 2014. – С. 68–70.
4. Данович Н.К. Использование нетрадиционного сырья при производстве безглютеновых вафельных хлебцев / Н.К. Данович, И.Б. Красина, О.И. Казьмина // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2015. – № 1. – С. 49–51.
5. Красина И.Б. Влияние механохимической обработки на углеводно-амилазный комплекс пряно-ароматического сырья / И.Б. Красина, А.В. Темников, А.Н. Есина / Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 2(13). – С. 42–44.
6. Обогащение мучных кондитерских изделий фитодобавками / И.Б. Красина, И.Н. Безуглая, В.В. Нерсисян, И.В. Жестовская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2006. – № 2–3. – С. 61–62.
7. Применение методов теории вероятностей и математической статистики в исследовании экономических и социологических процессов / Л.М. Данович, Н.А. Наумова, Т.А. Карачанская [и др.]. – Краснодар : КубГТУ, 2017. – 164 с.
8. Применение методов математического моделирования в разработке технологии и оценки потребительских свойств полуфабрикатов / Л.М. Данович, О.Н. Каминир, Г.И. Касьянов, О.В. Косенко. – Краснодар : КубГТУ, 2019. – 185 с.

УДК 663.938

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ НОВОГО ВИДА
КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**



**MODELING AND DESIGNING OF A NEW TYPE
OF CONFECTIONERY FOR FUNCTIONAL PURPOSES**

Данович Л.М.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
dlm59@mail.ru

Красина И.Б.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный
технологический университет
kib@mail.ru

Доронина В.Г.

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
violoa02@mail.ru

Терехов В.В.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
mitya.ivanov.2015@mail.ru

Аннотация. В результате проведенного анализа потребительских предпочтений выявлена необходимость расширения ассортимента кондитерских изделий специализированного назначения, разработки новых рецептур, содержащих биологически активные вещества, в том числе и кондитерских изделий, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами широкого спектра действия, которые будут направлены на профилактику алиментарно-зависимых заболеваний.

Ключевые слова: функциональное назначение, биологически активные вещества, органолептические показатели, моделирование и конструирование.

Danovich L.M.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
dlm59@mail.ru

Krasina I.B.

PhD in Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
kib@mail.ru

Doronina V.G.

Student,
Kuban State Technological University
violoa02@mail.ru

Terekhov V.V.

Student,
Kuban State Technological University
mitya.ivanov.2015@mail.ru

Abstract. As a result of the analysis of consumer preferences, it was revealed the need to expand the range of specialized confectionery products, develop new formulations containing biologically active substances, including confectionery products enriched with broad-spectrum physiologically functional ingredients, which will be aimed at the prevention of alimentary-dependent diseases.

Keywords: functional purpose, biologically active substances, organoleptic indicators, modeling and design.

При разработке новых видов кондитерских изделий функционального и специализированного назначения приходится учитывать большое количество различных факторов и ограничений. Для моделирования и конструирования нового вида кондитерских изделий функционального назначения с упруго-эластичной структурой нами выбрана и использована CASE-технология, включающая методологию SADT (принципы и методы моделирования), стандарт IDEF0 (правила построения и обозначения моделей) и средство автоматизации процесса моделирования BPwin (программный продукт) [1].

На рисунке 1 представлен процесс разработки рецептуры и технологического процесса изготовления жележных кондитерских изделий с жесткой упруго-эластичной текстурой в виде контекстной диаграммы, на которой показаны функциональные связи процесса с внешней средой.

В соответствии с требованиями к этапам жизненного цикла функциональных продуктов питания в CASE-модели в качестве входных данных нами были приняты требования к расширению ассортимента продуктов функционального назначения, сформулированные в концепции продовольственной безопасности РФ [2].



Рисунок 1 – Контекстная IDEF0-диаграмма

В качестве управляющих воздействий включены:

- 1) данные маркетинговых исследований, учитывающие результаты социологических исследований потребительских мотиваций и отношения к созданию функциональных кондитерских изделий;
- 2) санитарно-гигиенические требования, учитывающие сведения о токсичных веществах, загрязняющих
- 3) данные мониторинга заболеваемости населения Краснодарского края, позволяющие определить функциональную направленность пищевого продукта;
- 4) данные патентного поиска и анализа опыта прикладных исследований, учитывающие новейшие разработки при создании пищевых продуктов и применении физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Этапы CASE-технологии связаны с детализацией функционального блока контекстной диаграммы и процесса разработки кондитерских изделий функционального назначения в виде иерархической структуры отдельных диаграмм, которые представлены на рисунке 2.

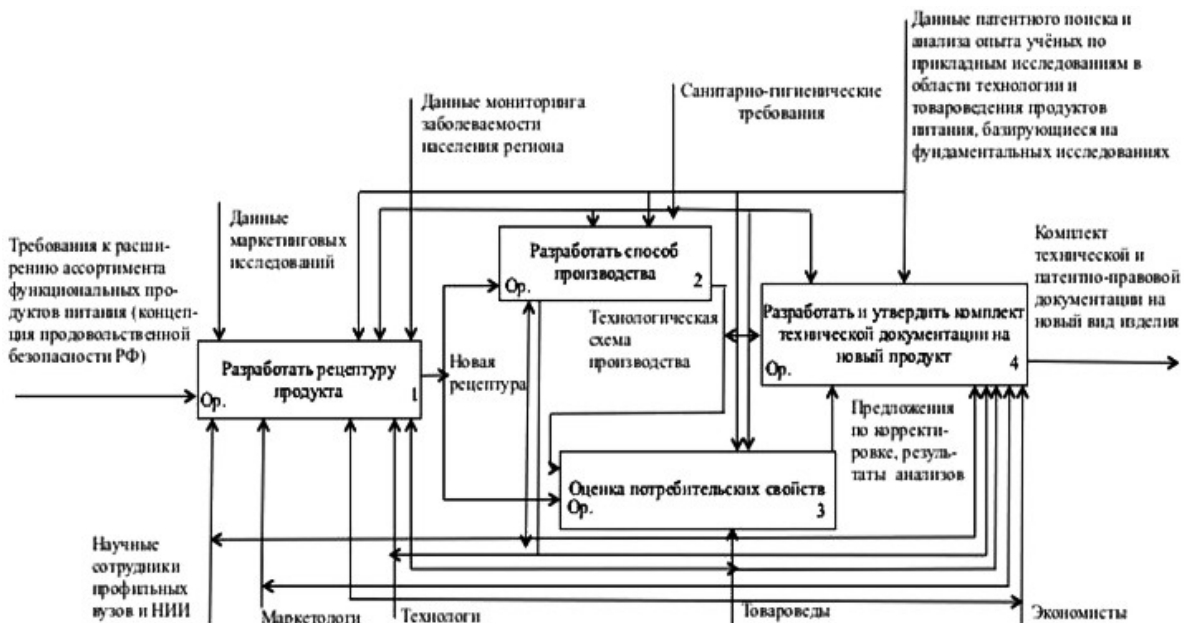


Рисунок 2 – IDEF0-диаграмма нулевого уровня

Как видно на рисунке 2, процесс разработки новых видов кондитерских изделий состоит из четырех основных этапов:

- 1) составление рецептуры изделия;
- 2) разработка способа производства;
- 3) оценка потребительских свойств;
- 4) разработка и утверждение комплекта технической документации на новый продукт.

В соответствии с требованиями к этапам жизненного цикла функциональных продуктов питания в CASE-модели в качестве входных данных принимаются требования к расширению ассортимента продуктов функционального назначения, сформулированные в концепции продовольственной безопасности РФ [2]. Управляющие воздействия включают:

- 1) данные маркетинговых исследований, учитывающие результаты социологических исследований потребительских мотиваций и отношения к созданию функциональных продуктов, а также фактическое потребление продуктов питания населением региона;
- 2) санитарно-гигиенические требования, учитывающие сведения о токсичных веществах, загрязняющих пищевое сырье и готовую продукцию;
- 3) данные мониторинга заболеваемости населения региона, позволяющие определить функциональную направленность пищевого продукта;
- 4) данные патентного поиска и анализа опыта прикладных исследований, учитывающие новейшие разработки при создании пищевых продуктов и применении физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Результатом разработки рецептуры и технологии новых видов кондитерских изделий функционального назначения является комплект технической и патентноправовой документации на новый продукт, включающий: технические условия, технологические инструкции, патент на изобретение, права на товарный знак и др.

Этапы CASE-технологии связаны с детализацией функционального блока контекстной диаграммы (рис. 2) и представления процесса разработки кондитерских изделий функционального назначения в виде иерархической структуры отдельных диаграмм, на которых представлены участники процесса разработки, их действия и связи между ними. Таким образом, процесс разработки новых видов кондитерских изделий состоит из четырех основных этапов (рис. 2):

- 1) составление рецептуры изделия;
- 2) разработка способа производства;
- 3) теххимический контроль производства;
- 4) разработка и утверждение комплекта технической документации на новый продукт.

При составлении рецептуры разрабатываемого изделия можно выделить четыре основных этапа. Первым этапом разработки новых видов кондитерских изделий является обоснование выбора ассортиментной группы продуктов для проектирования, на втором этапе был осуществлен выбор физиологически функциональных пищевых ингредиентов, которые будут использованы в рецептуре, на третьем этапе нами был проанализирован состав и технологические свойства исходного сырья, а на четвертом этапе мы устанавливали количества вносимых ингредиентов, рассчитали и оптимизировали рецептуру изделия [3, 4].

Для выбора ассортиментной группы были проведены маркетинговые исследования потребительских предпочтений при выборе кондитерских изделий в качестве функциональных продуктов. В ходе исследований был проведен опрос потребителей кондитерских изделий, в котором приняли участие 387 респондентов. Из которых 195 (50,4 %) женщин и 192 (49,6 %) мужчины, по возрастному составу респонденты распределились следующим образом: 20–30 лет – 20 %, 31–40 лет – 20 %, 41–50 – 30 %, 51–60 – 20 %, 61–70 – 10 %. Анализ данных, собранных путем анкетного опроса потребителей, показал, что из всех опрошенных респондентов 81 % покупают кондитерские изделия, а 19 % респондентов по какой-либо причине не делают этого. Из всех женщин-респондентов 93,6 % покупают кондитерские изделия, а из мужчин только 75,2. Данные представлены на рисунке 3.

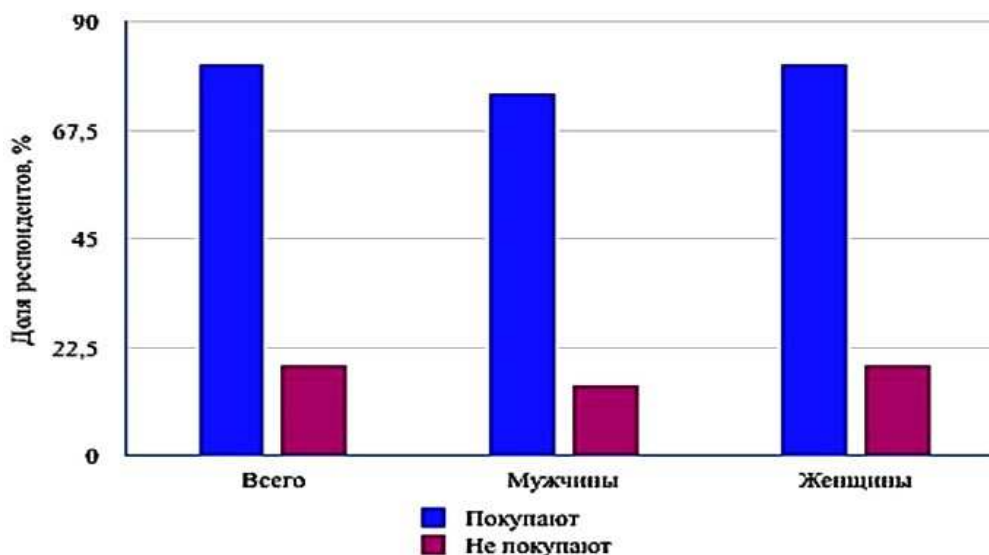


Рисунок 3 – Распределение респондентов по покупке кондитерских изделий

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что кондитерские изделия являются товаром, привлекательным как для мужчин, так и для женщин. В процентном отношении доли мужчин и женщин различаются не сильно, как в группе потребляющих, так и в группе «непотребляющих» кондитерские изделия.

Структура потребления сахаристых кондитерских изделий определяется предпочтением шоколада (23,5 %), мармелада (19,4 %), пастильные изделия (18,5 %), конфеты (15,4 %) и карамели (14,6 %). Меньше всего пользуются популярностью восточные сладости (3 %).

При покупке сахаристых кондитерских изделий, большинство потребителей (39 %) обращают внимание на внешний вид изделий, 32 % потребителей отметили, что для них важны органолептические показатели – вкус и аромат. Только 17 % опрошенных респондентов считают наиболее важным фактором пищевую и биологическую ценность. Обращают внимание на новизну рецептуры и введенных компонентов 12 % потребителей.

На вопрос о необходимости производства сахаристых кондитерских изделий специализированного назначения по новым рецептурам, с введением в состав компонентов, которые будут придавать функциональные свойства готовым изделиям, 92,5 % потребителей ответили положительно.

Среди опрошенных потребителей 54 % считают, что для создания кондитерских изделий специализированного, функционального и профилактического питания, наибольшим образом подходят мармеладные изделия с жесткой упруго-эластичной структурой, относящиеся к жевательному мармеладу [5, 6]. 24 % респондентов отдали бы предпочтение шоколадным изделиям, а 17 % – карамели. Прочие виды кондитерских изделий, к которым были отнесены зефир и драже, выбрали 5 % потребителей [7].

Из опрошенных потребителей кондитерской продукции 98,7 % отметили необходимость снижения сахароемкости кондитерских изделий.

Таким образом, анализ потребительских предпочтений выявил необходимость расширения ассортимента кондитерских изделий специализированного назначения, актуальность разработки новых рецептур, содержащих биологически активные вещества. Можно предположить, что разработанные рецептуры сахаристых кондитерских изделий специализированного назначения будут востребованы разными возрастными категориями. В качестве объектов исследования может быть выбран мармелад с жесткой упруго-эластичной структурой, относящийся к жевательному мармеладу.

Анализ данных федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ), а также регионального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга (РИФ СГМ), выявил, что важнейшим фактором риска формирования алиментарно-зависимых заболеваний, в число которых входят болезни печени, поджелудочной железы, гастродуодениты, ожирение, и ряд других заболеваний, является нерациональное питание.

Анализ общей заболеваемости населения Краснодарского края показал, что первое место в структуре общей заболеваемости занимает класс болезней органов дыхания (36,45 %), второе – болезней системы кровообращения (10,5 %) и третье – болезней костно-мышечной системы (8,75 %).

На основании анализа заболеваемости населения Краснодарского края алиментарно-зависимыми заболеваниями можно сделать вывод, что необходима разработка функциональных пищевых продуктов, в том числе и кондитерских изделий, обогащенных физиологически функциональными ингредиентами широкого спектра действия, которые будут направлены на профилактику алиментарно-зависимых заболеваний.

Список литературы:

1. Применение методов теории вероятностей и математической статистики в исследовании экономических и социологических процессов / Л.М. Данович, Н.А. Наумова, Т.А. Карачанская [и др.]. – Краснодар : КубГТУ, 2017. – 164 с.
2. Красина И.Б. Технологии и продукты здорового питания / И.Б. Красина, Н.В. Ходус // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 9. – С. 92–93.
3. Социальные аспекты разработки кондитерских изделий для здорового образа жизни / А.Н. Куракина [и др.] // В сборнике: Экологические проблемы: вчера, сегодня, завтра. Материалы международной заочной студенческой конференции. – 2017. – С. 183–187.
4. Куракина А.Н. Исследование реологических свойств жевательных конфет, приготовленных на изомальтулозе / А.Н. Куракина, И.Б. Красина, З.А. Баранова // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2014. – № 1. – С. 66–70.
5. Красина И.Б. Влияние механохимической обработки на углеводно-амилазный комплекс пряно-ароматического сырья / И.Б. Красина, А.В. Темников, А.Н. Есина / Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 2(13). – С. 42–44.
6. Куракина А.Н. Разработка технологии функциональных жевательных конфет / А.Н. Куракина, И.Б. Красина; Под ред. В.П. Крылова // В книге: Медицинская наука и здравоохранение. Материалы XII научно-практической конференции молодых ученых и студентов юга России. – 2014. – С. 68–70.
7. Применение методов математического моделирования в разработке технологии и оценки потребительских свойств полуфабрикатов./ Л.М. Данович, О.Н. Каминир, Г.И. Касьянов, О.В. Косенко. – Краснодар : КубГТУ, 2019. – 185 с.

УДК 519.87+664.95

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В РАЗРАБОТКЕ РЕЦЕПТУР
РЫБОРАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**



**APPLICATION OF MATHEMATICAL METHODS IN THE DEVELOPMENT
OF RECIPES FOR FISH-GROWING PRODUCTS**

Каминир О.Н.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный университет
kaminir17@gmail.com

Сотников А.А.

студент,
Кубанский государственный университет
kaminir17@gmail.com

Kaminir O.N.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
kaminir17@gmail.com

Sotnikov A.A.

Student,
Kuban State University of Technology
kaminir17@gmail.com

Аннотация. В настоящее время является одним из основных методов теоретического и экспериментального исследования. Цель исследований заключалась в разработке оптимальных по составу рецептур рыборастительных паштетов. В работе сформулирован критерий оптимизации состава паштетов, а также разработана структурная схема производства рыборастительного паштета, сконструированы рецептуры паштетов, обогащенных биологически активными добавками. Дана органолептическая оценка качества новых видов паштетов.

Ключевые слова: рыба, крупы, овощи, экстракты, рецептуры, паштеты.

Abstract. Currently, it is one of the main methods of theoretical and experimental research. The purpose of the research was to develop optimal formulations of fish and vegetable pates. The paper formulates a criterion for optimizing the composition of pates, and also develops a block diagram for the production of fish and vegetable pate, and designs pates enriched with biologically active additives. An organoleptic evaluation of the quality of new types of pastes is given.

Keywords: fish, cereals, vegetables, extracts, recipes, pates.

Цель работы. Одной из основных задач рыбоперерабатывающей отрасли является разработка и внедрение прогрессивных методов и технологий, обеспечивающие выпуск конкурентоспособной продукции. Рыборастительный паштет относится к продуктам глубокой переработки рыбного и растительного сырья и представляет собой легкоусвояемый полноценный продукт питания, позволяющий быстро утолить чувство голода.

К технологическим особенностям производства паштетов относится тщательный контроль над составом и реологическими показателями продукта [1]. С целью улучшения вкуса и аромата паштетов в последние годы стали применять CO₂-экстракты, извлекаемые из пряно-ароматического растительного сырья сжиженным диоксидом углерода [2]. Установлено влияние на качественный состав и микробиологические показатели включение в рецептуру паштетов овощей и круп [3, 4]. За счет таких добавок удалось снизить термическую нагрузку при стерилизации паштетов.

Оптимизацию состава рыборастительных продуктов проводят с использованием методов математического планирования эксперимента [5]. Применение математических методов позволяет конструировать поликомпонентные пищевые продукты [6]. Успешно разработана и внедрена экономико-математическая модель оптимизации состава рыборастительных полуфабрикатов [7].

Благодаря накопленному опыту оптимизации состава паштетных масс, удается конструировать новые виды комбинированных продуктов типа гратена, с включением в рецептурный состав овощей, круп и CO₂-экстрактов [8]. С целью снижения себестоимости продукции предложено использовать мясо рыб малоценных пород [9]. Паштеты на рыбной основе содержат легко окисляемый рыбий жир и растительное масло, склонные к окислению при хранении. Для стабилизации липидов в составе паштетов, пред-

ложено вносить в рецептуру антиоксиданты [8]. Высокими антиоксидантными и иммунопротекторными свойствами обладают CO₂-экстракты из растительного сырья, производство которых освоено на экстракционном заводе ООО «Компания Караван» [9].

Из выполненного обзора научно-технической литературы видно, что для разработки рецептур высококачественных рыборастворительных паштетов необходимо использовать методы оптимальных решений.

Экспериментальная часть. Целью исследований является разработка оптимальных по составу рецептур рыборастворительных паштетов. Выполнение поставленной цели достигалось путем формулировки критерия оптимизации состава паштетов, разработки структурной схемы производства рыборастворительного паштета, разработки рецептур паштетов, обогащенных биологически активными добавками.

Использование метода оптимальных решений позволяет определить уровень качества рыборастворительного паштета. Критерий оптимизации состава паштетов Y рассчитывали по формуле:

$$Y = 100\% \cdot \left(\sum vk \cdot Y_i \right) / \left(\sum vk \cdot Y_{iMax} \right), \quad (1)$$

где vk – коэффициент учета весовой значимости признака объекта; Y_i – представляет собой оценку i -го признака объекта по шкале по сравнению с оценкой Y_{iMax} .

С помощью формулы (1) оценивали качество различных рецептур паштетов с учетом органолептических показателей.

Для оценки качества паштета можно также использовать обобщенный показатель качества:

$$Y = \sum vk \cdot pi, \quad (2)$$

где pi – представляет безразмерную количественную оценку i -го признака объекта, с увеличением которой повышается качество паштета.

Оптимальный состав рецептуры паштета определяли с использованием способа математического планирования эксперимента, со статистической обработкой результатов эксперимента по методу нелинейной регрессии.

Разработка рецептур рыборастворительных паштетов, обогащенных БАВ. Сырьем для производства паштетов выбрано мясо рыб, выращенных в Краснодарском крае в условиях замкнутого водоснабжения. Из растительных добавок использовали овощи, районированные в Краснодарском крае, в качестве натуральных пищевых добавок были использованы CO₂-экстракты имбиря и перца черного. В таблице 1 приведена рецептура рыборастворительного паштета, обогащенная экстрактом имбиря, дигидрокверцетином, криопорошками и хитозаном.

Таблица 1 – Рецептур рыборастворительного паштета из тилапии и амура

Наименование компонентов	Норма закладки, %
Фарш тилапии	12 ± 0,62
Фарш белого амура	40 ± 1,40
Дигидрокверцетин	0,05 ± 0,002
Криопорошок топинамбура	3 ± 0,12
Криопорошок тыквы	2 ± 0,08
Лук репчатый	5 ± 0,22
Масло сливочное	3 ± 0,13
Молоко 1,5 %	3 ± 0,12
CO ₂ -экстракт имбиря	0,05 ± 0,002
Соль пищевая	1,9 ± 0,07
Сухое картофельное пюре	20 ± 0,82
Хитозан	1 ± 0,011
Рыбный бульон	до 100 %

В таблице 1 приведена рецептура № 1 паштета из фарша тилипии и белого амура, обогащенного криопорошками, CO₂-экстрактом и хитозаном.

Разработанная рецептура паштета, отличается от ранее известных тем, что в ней достигнуто приемлемое соотношение белков, жиров и углеводов 1:0,8:2,5. В состав паштета входят тыквенный и топинамбуровый криопорошки, дигидрокверцетин и CO₂-экстракт имбиря, придающие продукту иммунопротекторные свойства.

Как видно из данных таблицы 2, обе рецептуры паштетов незначительно отличаются. Отличие состоит в использовании различных видов рыбного сырья. В таблице 3 приведен состав паштета из пиленгаса.

Таблица 2 – Рецептуры рыбораствительных паштетов из карпа и толстолобика, обогащенных экстрактом из листьев грецкого ореха, %

Ингредиенты	Рецептура 2	Рецептура 3
Фарш из мышечной ткани карпа	28 ± 1,38	–
Фарш из мышечной ткани толстолобика	–	50 ± 2,41
Филе кальмара	22 ± 0,61	–
Масло сливочное	5 ± 0,24	5 ± 0,25
Лук репчатый	8 ± 0,39	8 ± 0,38
Морковь	10 ± 0,46	10 ± 0,48
Перец сладкий	14 ± 0,72	14 ± 0,70
Меланж	1 ± 0,05	1 ± 0,05
Масло оливковое с CO ₂ -экстрактами	5 ± 0,25	5 ± 0,24
Зелень кориандра, укропа, измельченная	2 ± 0,11	2 ± 0,10
Соль пищевая	2 ± 0,10	2 ± 0,10
Экстракт листьев грецкого ореха	4 ± 0,22	4 ± 0,19

Таблица 3 – Рецептурный состав № 4 рыбораствительного паштета

Наименование сырья	Сухие в-ва, г	Белок, г	НАК, г	Жир, г	Микро-элементы, мг	Энерг. ценность ккал
Фарш пиленгаса	28,2	29,0	8,2	17,8	16,3	26
Масло сливочное	83,0	0,5	9,2	82,0	0,3	45
Молоко сухое	95,0	26,3	14,3	1,0	1,5	60
Яичный желток	92,6	16,0	6,5	52,0	15,2	11
CO ₂ -шрот амаранта	94,0	17,6	8,3	1,2	2,6	12
Мука гороховая	96,0	12,6	23,4	1,8	0,3	23
Лук репчатый	14,0	1,1	0,2	0,2	1,9	2
Картофельное пюре	94,0	2,7	7,5	5,9	2,5	12
Луковый краситель	14,5	1,4	–	0,2	2,4	1
Масло амаранта	96,0	0,3	6,3	85	0,4	80
CO ₂ -экстракт перца черного	98,0	–	–	3,6	1,2	2
CO ₂ -экстракт имбиря	98,0	–	–	5,1	1,4	0

Примечание: НАК – незаменимые аминокислоты.

На рисунке 1 представлена обобщенная структурная схема изготовления рыбораствительных паштетов.

Использование в рецептурном составе паштетов лукового красителя, позволяет обогащать продукт флавоноидом кверцетином. CO₂-шрот амаранта содержит до 22 % белка и углеводы, а CO₂-экстракт имбиря, перца черного и амаранта, придают продукту высокие антиоксидантные свойства.

На рисунке 2 приведены лепестковые диаграммы оценки органолептических показателей разработанных видов рыбораствительных паштетов.

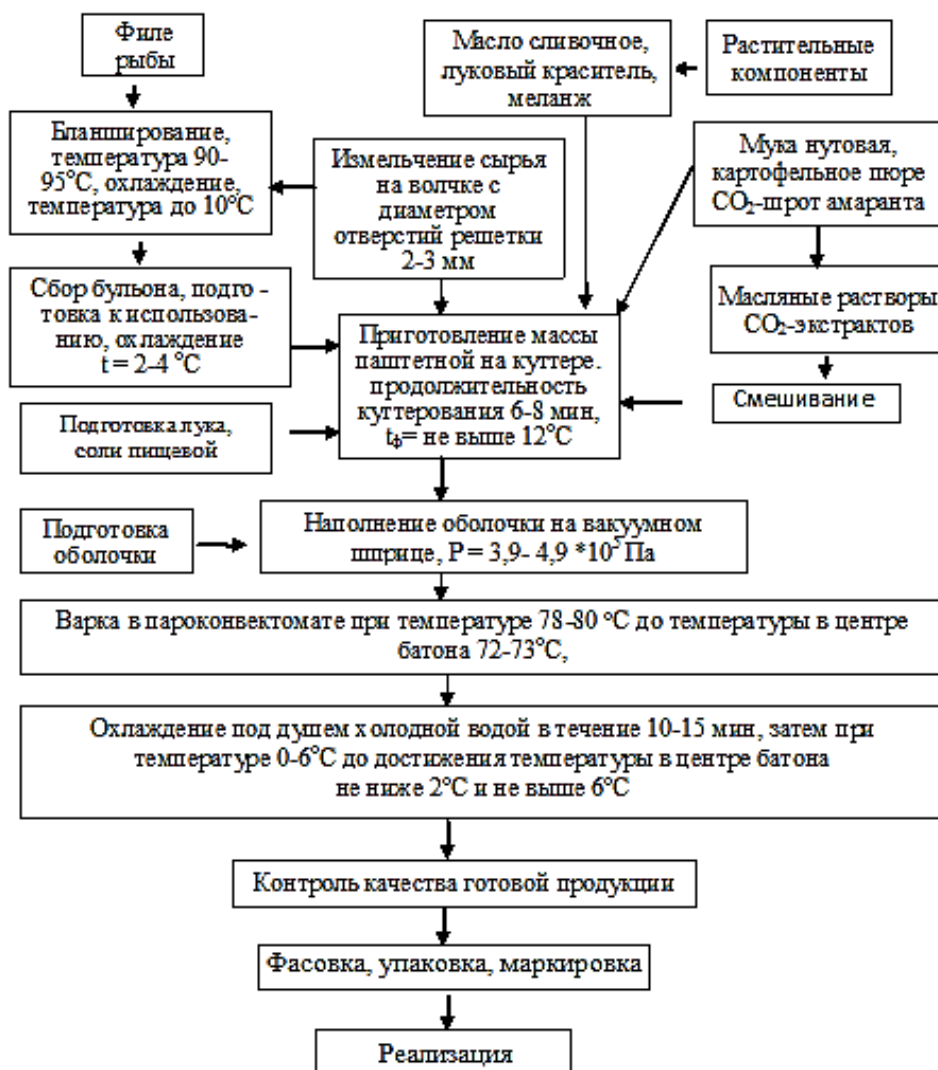
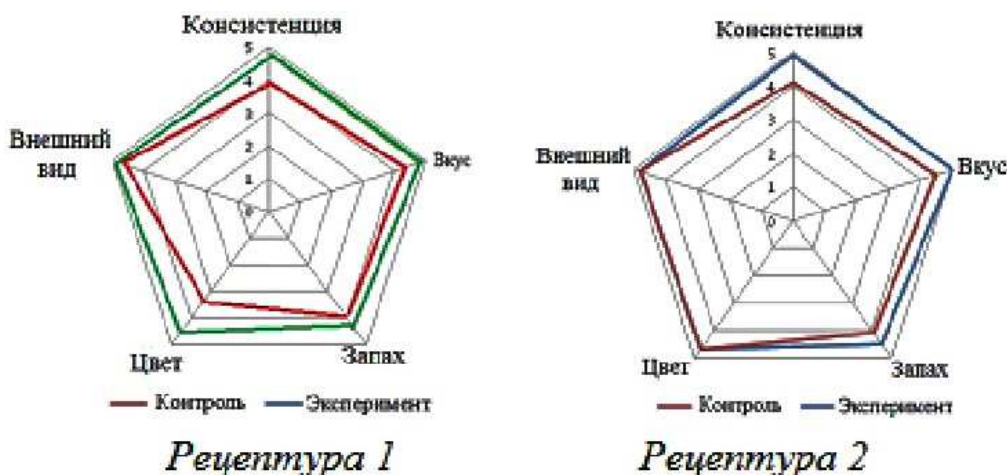


Рисунок 1 – Структурная схема производства рыборастворительного паштета

Как видно на диаграммах рисунка 2, органолептические оценки разработанных рецептов рыборастворительных паштетов в большинстве случаев выше оценок контрольных образцов паштетов.



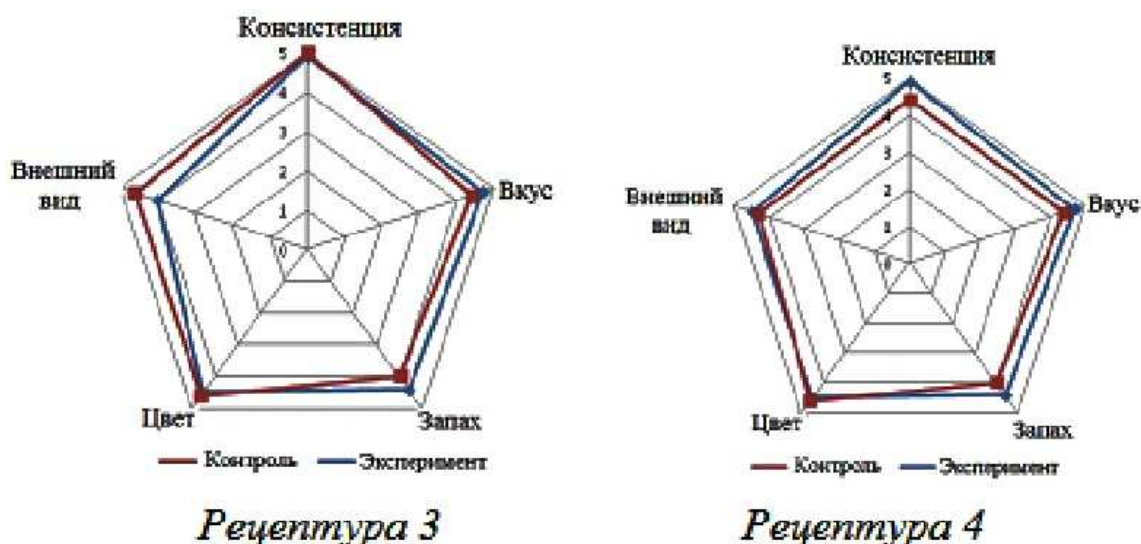


Рисунок 2 – Лепестковые диаграммы оценки органолептических показателей разработанных видов рыборастворительных паштетов

Выводы. Анализ современного состояния производства комбинированных рыборастворительных продуктов подтвердил целесообразность обогащения состава паштетов антиоксидантными добавками. В работе представлены четыре оптимальных по составу рецептов рыборастворительных паштетов, с использованием мяса рыб, выращиваемых в Краснодарском крае.

Список литературы:

1. Технологические особенности производства паштетов / С.П. Запорожская [и др.] // В сборнике: Повышение качества и безопасности пищевых продуктов. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет». – 2019. – С. 98–101.
2. Запорожский А.А. Обогащение рыборастворительных полуфабрикатов комплексными СО₂-экстрактами / А.А. Запорожский, О.Н. Каминир, О.В. Косенко // В сборнике: Эксклюзивные технологии производства мясных, молочных и рыбных продуктов. Материалы международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 170–175.
3. Золотокопова С.В. Влияние добавки овощей и круп на микробиологические и органолептические показатели рыборастворительных полуфабрикатов при заморозке / С.В. Золотокопова, Г.И. Касьянов, С.В. Еремеева, Е.Ю. Лебедева // Известия вузов. Пищевая технология. – 2021. – № 2–3. – С. 380–381; – С. 92–96.
4. Золотокопова С.В. Разработка рецептурного состава и режима стерилизации рыборастворительного паштета / С.В. Золотокопова, Е.Ю. Лебедева, Е.В. Шейкина // В сборнике: Инновации в индустрии питания и сервисе. Электронный сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 490–493.
5. Каминир О.Н. Перспективы применения математических методов в технологии создания рыборастворительных полуфабрикатов / О.Н. Каминир, Е.А. Дубина // 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. 340–342.
6. Каминир О.Н. Перспективы создания поликомпонентных пищевых продуктов с помощью математических методов / О.Н. Каминир, А.А. Коновалов // 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. 306–307.
7. Каминир О.Н. Разработка экономико-математической модели оптимизации состава рыборастворительных полуфабрикатов / О.Н. Каминир, М.Д. Самадени // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 443–446.
8. Лебедева Е.Ю. Технологические приемы изготовления рыбного гратена с добавлением овощей, круп и СО₂-экстрактов / Е.Ю. Лебедева, С.В. Золотокопова, С.П. Запорожская //

Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. – № 1(66). – С. 13–16.

9. Москаленко А.С. Анализ качества и пищевой ценности сырья из рыб малоценных пород рыб при разработке рецептур на предприятиях общественного питания / А.С. Москаленко, С.В. Золотоколова // В сборнике: Наука и практика – 2020. Материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции. – 2020. – С. 58.

УДК 004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ (МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ)
 ◆◆◆◆
SIMULATION IN CONSTRUCTION (MODELS OF COMPLEX SYSTEMS)

Коренева О.В.

кандидат технических наук, доцент,
 Кубанский государственный
 технологический университет
 o.koreneva29@mail.ru

Попова Е.С.

студент,
 Кубанский государственный
 технологический университет
 lenalenna@bk.ru

Аннотация. В статье описаны современные технологии моделирования в строительстве, рассмотрены и проанализированы основные шаги моделирования сложных систем. условия повышения эффективности организационно-технологического проектирования строительного производства.

Ключевые слова: моделирование, технологическая модель, техника, инженерия, строительство, проектирование, естественно-научные процессы.

Koreneva O.V.

PhD in Technical Sciences,
 Associate Professor,
 Kuban State Technological University
 o.koreneva29@mail.ru

Popova E.S.

Student,
 Kuban State Technological University
 lenalenna@bk.ru

Abstract. The article describes modern modeling technologies in construction, considers and analyzes the main steps in modeling complex systems. conditions for increasing the efficiency of organizational and technological design of construction production.

Keywords: modeling, technological model, technology, engineering, construction, design, natural science processes.

Математическое моделирование в строительстве направлено на изучение закономерностей процессов организации строительства и технологии возведения зданий и сооружения и в первую очередь организационно-технологического проектирования. Организационно-технологическое проектирование (ОТП) строительного производства – сложная и трудоемкая подсистема. Неопределенность при ее разработке, требования повышения качества строительной продукции, снижения ее себестоимости и роста производительности труда являются актуальной проблемой в настоящее время. Важнейшим условием повышения эффективности ОТП, его оптимальности и технико-экономической обоснованности принятых решений выступает использование в теоретических исследованиях и практике проектирования методов математического моделирования надежности организационно-технологического проектирования, поточной организации работ, вычислительного и имитационного эксперимента. Математическая модель – это знаковая конструкция со свойствами интересующего объекта. С прикладной точки зрения создание такой конструкции – это цель моделирования. При этом может оказаться, что сама модель или способ ее получения недостаточно совершенны в смысле научной эстетики: постановка задачи не совсем корректна и решение не единственно.

Математические методы и модели организации и управления строительством включают в себя две составляющие: методы количественной оценки влияния производственных факторов на результаты деятельности строительных организаций; математические методы оптимизации в организации и управлении строительством. Интенсивное развитие математических методов и моделей и их внедрение в практику управления строительством связано с тем, что строительное производство в настоящее время достигло такого уровня сложности, что управление обычными методами стало далеко не эффективным. Развитие компьютерной техники и информационных технологий позволяют решать задачи, которые без них в прошлом решить было невозможно. В зависимости от целей моделирования модели могут отражать различные существенные черты объекта, поэтому на один объект или процесс может быть построено несколько разных моделей.

Сложные математические структуры являются более точными и достоверными, но из-за сложности требуют огромных затрат как при создании, так и при использова-

нии, что не приводит к широкому применению таких структур в организации и управлении строительством. В практике управления чаще всего применяются упрощенные идеализированные модели, при этом считается, что имеются существенные и несущественные факторы, причем последние не принимаются при расчетах. Между принятыми в модели факторами и результирующим показателем устанавливается жесткая детерминированная связь. Широкое распространение идеализированных моделей вызвано их простотой и возможностью их логического обоснования для здравого смысла. Однако при использовании математических методов в организации и управлении строительством оказалось, что отбрасывание без достаточных обоснований так называемых несущественных факторов ведет к ошибкам при проектировании и прогнозировании. Наиболее часто при моделировании упускаются из вида социальные факторы, структурные особенности, включение всех этих факторов в модель часто бывает невозможным, так как модель становится громоздкой на компьютере.

Строительные процессы рассматриваются как случайные, так как строительное производство подвержено ряду случайных факторов: состояние погоды и др. Кроме того, неопределенность строительного процесса будет повышаться из-за недостаточности информации о неслучайных факторах, так как один и тот же строительный процесс может быть описан с разной степенью точности детерминированными моделями или вероятностными. В математическом смысле детерминированные модели являются частным случаем вероятностных, когда вероятность наступления событий равна единице.

В качестве примера рассмотрим математическое моделирование часовой производительности одноковшового экскаватора, где его производительность напрямую зависит от числа циклов работы в час и емкости ковша.

Получим формулу

$$P = O \times N,$$

где P – часовая производительность экскаватора, м³/час; O – емкость ковша, м³; N – число циклов в час, эта величина обратно пропорциональна времени цикла.

Детерминированная модель производительности P в аналитическом виде слишком упрощает процесс. В действительности строительный процесс работы экскаватора намного сложнее. Прежде всего, при моделировании время цикла слишком укрупнено, его можно подразделить на время выполнения операции черпания экскаватором, время перемещения груза, время перемещения порожнего ковша и время высыпания груза. Время перемещения ковша зависит от расстояния и скорости его движения. Расстояние движения во время черпания будет меняться в зависимости от переменной высоты уступа. Расстояние перемещения грунта меняется в зависимости от изменения конфигурации забоя и перемещения отвала или от конфигурации емкости транспорта. Время высыпания зависит от степени дробления грунта, объемного веса, степени наполненности ковша, влажности и липкости грунта, исправности механизмов открывания и закрывания ковша и др. скорость черпания зависит от усилия подачи ковша, которая в свою очередь зависит от характеристики грунта, напряжения питающего тока, опыта, физического состояния, мастерства и настроения оператора и исправности отдельных узлов машины. Кроме того, скорость перемещения ковша будет зависеть от фазовых характеристик тока в данный момент и метеорологических условий. Таким образом, даже при поверхностном рассмотрении строительного процесса выполнения земляных работ экскаватором можно определить более тридцати факторов, влияющих на часовую производительность экскаватора. Эти факторы связаны с производительностью и между собой нелинейными зависимостями, и количественное влияние этих факторов не просто установить, потому что большинство из них трудно поддается измерению. Поэтому при расчетах производительности большинством из перечисленных здесь факторов пренебрегают. В качестве исключения приближенно учитывают характеристику грунта, вводя коэффициент заполнения ковша, но эти три десятка факторов существуют объективно и влияют на производительность экскаватора. Их влияние часто настолько существенно, что фактические значения производительности работы экскаватора будут резко отличаться от расчетных, полученных по детерминированной формуле, даже с использованием коэффициента заполнения ковша.

Строительный процесс является сложным стохастическим процессом и должен моделироваться достаточно сложными вероятностными моделями, такими как обоб-

щенные вероятностные и альтернативные сетевые модели с несетевыми ограничениями. Обобщенные сетевые модели позволяют моделировать сложные строительные процессы и поточную организацию труда в строительстве. Между технологически зависимыми работами в обобщенных сетевых моделях могут быть связи двух типов – «не ранее» и «не позднее», что означает, что последующая работа может начаться до окончания предыдущей работы.

Вероятность строительного процесса заключается не только в неопределенности сроков выполнения той или иной работы, но и в том, что имеется неопределенность в смысле появления самих работ. Поэтому в стохастическую альтернативную модель вводится операция «или». При этом задается ряд альтернативных событий, реализация каждого из которых задается той или иной вероятностью. При этом может иметь место неопределенность в сроках выполнения работ.

Можно описывать процесс прогнозирования динамического параметра стохастической альтернативной модели как объект, состоящий из элементарных компонентов, соответствующих различным источникам, характеризующихся группами движений, определяющихся трендовыми, гармоническими и случайными составляющими. Это обстоятельство позволяет повысить эффективность прогнозирования, так как выделяемые составляющие движения имеют предсказуемый характер и более простое математическое описание, которое схематично можно представить в виде суммы простейших трендовых составляющих, соответствующих основным факторам движения сложной системы; суммы элементарных гармонических составляющих движения, определяемых совокупностью различных периодических факторов и случайной составляющей.

Например, при эксплуатации зданий и сооружений широко применяются для оценки технического состояния конструкций визуальные обследования. В связи с этим возникает необходимость в установлении надежности обследуемых конструкций по внешним признакам повреждений. Как показали наблюдения, в процессе эксплуатации конструкций происходит циклическое изменение их надежности, что связывается с изменчивостью величин нагрузок и изменением несущей способности вследствие различных повреждений. При достижении конструкций определенного уровня надежности в ней будут наблюдаться необратимые повреждения: трещины, потеря устойчивости сжатых элементов, пластические деформации, коррозионные повреждения, поэтому необходим учет влияния этих повреждений на надежность конструкции зданий и сооружений.

Сложные системы характеризуются выполняемыми процессами (функциями), структурой и поведением во времени. Для адекватного моделирования этих аспектов в автоматизированных информационных системах различают функциональные, информационные и поведенческие модели, пересекающиеся друг с другом. Строительный процесс и вид работы могут быть представлены в виде мысленной, описательной или графической модели.

Функциональная модель системы описывает совокупность выполняемых системой функций, характеризует морфологию системы (ее построение) – состав функциональных подсистем, их взаимосвязи.

Информационная модель отражает отношения между элементами системы в виде структур данных (состав и взаимосвязи).

Поведенческая (событийная) модель описывает информационные процессы (динамику функционирования), в ней фигурируют такие категории как состояние системы, событие, переход из одного состояния в другое, условия перехода, последовательность событий. Для представления функциональных, информационных и событийных моделей этого вида моделирования разработано значительное число средств и методов. При наглядном моделировании на базе представлений человека о реальных объектах создаются наглядные модели, отображающие явления и процессы, протекающие в объекте. Примером таких моделей являются учебные плакаты, рисунки, схемы, диаграммы. В качестве графических моделей строительного производства служат: линейные (ленточные) графики, циклограммы, таблицы (матрицы), а также сетевые графики.

С помощью широко распространенных линейных графиков удается наглядно отобразить однозначную взаимосвязь и последовательность работ.

На циклограмме наглядно изображается развитие строительного процесса во времени и пространстве. Она наиболее удобна при возведении однотипных зданий и сооружений. При этом за единицу продукции чаще всего принимается участок или за-

хватка. Захваткой многоэтажного жилого дома обычно является типовая секция в пределах одного этажа.

При возведении крупных промышленных комплексов, отличающихся сложными взаимосвязями работ, наглядность циклограммы существенно снижается, и пользоваться ею неудобно.

При использовании матричных моделей можно легко определить продолжительность выполнения работ каждой бригадой, общую продолжительность строительства, простой бригад на фронтах работ, уровень совмещения работ.

В основу гипотетического моделирования кладут гипотезу о закономерностях протекания процесса в реальном объекте, которая отражает уровень знаний исследователя об объекте и базируется на причинно-следственных связях между входом и выходом изучаемого объекта. Этот вид моделирования используется, когда знаний об объекте недостаточно для построения формальных моделей. Макетирование применяют, когда протекающие в реальном объекте процессы не поддаются физическому моделированию или могут предшествовать проведению других видов моделирования. В основе построения мысленных макетов также лежат аналогии, обычно базирующиеся на причинно-следственных связях между явлениями и процессами в объекте.

Символическое моделирование представляет собой искусственный процесс создания логического объекта, который замещает реальный и выражает его основные свойства с помощью определенной системы знаков и символов. В основе языкового моделирования лежит некоторый тезаурус, который образуется из набора понятий исследуемой предметной области, причем этот набор должен быть фиксированным. Под тезаурусом понимается словарь, отражающий связи между словами или иными элементами данного языка, предназначенный для поиска слов по их смыслу.

Сетевые модели позволяют лучше всего отображать порядок возведения сложного объекта, осуществлять научно-обоснованные методы строительства, определять и разрешать многие проблемные ситуации, возникающие в процессе производства строительных работ.

Сетевой график является документом, позволяющим оперативно руководить строительством и перераспределять ресурсы в зависимости от практического состояния строительства. Он имеет и ряд других преимуществ по сравнению с другими моделями. Однако применение сетевых графиков не означает, что тем самым исключается применение линейных графиков, циклограмм и матриц. Эти модели взаимно дополняют друг друга и применяются в тех случаях, где они наиболее целесообразны.

Сетевые графики особо эффективны в случае сооружения сложных промышленных и других комплексов, где участвуют многие организации, причем такие графики учитывают все работы, от которых зависит успешный ход строительства, в том числе проектирование, внешние поставки материалов, технологического оборудования и др.

Сетевые модели используют в строительстве для решения задач перспективного планирования, определения продолжительности и сроков выполнения основных этапов создания объектов (проектирования, СМР, поставки технологического оборудования, освоения производственной мощности), а также планирования капитальных вложений по периодам строительства объекта.

Список литературы:

1. Портнова А.С. Математическое моделирование и методы оптимизации в организации строительства / А.С. Портнова, Д.В. Шарикова, И.П. Егорова // Научный электронный журнал «Матрица научного познания». – 2019. – № 4.
2. Аюпов В.В. Математическое моделирование технических систем : учеб. пособие / В.В. Аюпов; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. – 242 с.
3. Коренева О.В. Математическое моделирование временных рядов / О.В. Коренева, Д.А. Лескин // 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. 376–379.

4. Соколов Г.К. Технология строительного производства : учеб. пособие для вузов по направлению 270100 «Стр.-во». – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 539 с.
5. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы Всероссийской научно-практической конференции; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 239 с.

УДК 001.895

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧЕБНИКА
ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ПОСОБИЙ ПО МАТЕМАТИКЕ**



**USING A TECHNOLOGY TEXTBOOK MODEL
TO CREATE CORRECTIVE MATH MANUALS**

Пригодина А.Г.

кандидат педагогических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет
zvezdochka_11.01@mail.ru

Матвеева О.А.

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
olya_matveeva1509@mail.ru

Аннотация. В статье описана необходимость разработки специальных учебных пособий, корректирующих их знания и подготавливающих к освоению курса высшей математики, перечислены некоторые блоки технологического учебника по математике. Эти пособия должны отличаться специфическими свойствами и обеспечивать компьютерную поддержку учебного процесса.

Ключевые слова: модель технологического учебника, герменевтический приём, компьютерная поддержка, математические понятия, web-технологии.

Prigodina A.G.

PhD of Pedagogical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
zvezdochka_11.01@mail.ru

Matveeva O.A.

Student,
Kuban State Technological University
olya_matveeva1509@mail.ru

Abstract. The article describes the need to develop special textbooks that correct their knowledge and prepare them for mastering the course of higher mathematics, lists some blocks of a technological textbook on mathematics. These manuals should differ in specific properties and provide computer support for the educational process.

Keywords: technological textbook model, hermeneutical technique, computer support, mathematical concepts, web technologies.

В последнее время преподаватели вузов сталкиваются с проблемой очень низкой подготовки студентов первого курса по математике, что связано с введением в школах Единого государственного экзамена. В связи с этим возникла необходимость разработки специальных учебных пособий, где обобщённо бы излагались основные вопросы из школьной программы, которые вызвали у студентов наибольшие затруднения. Такие пособия помогут скорректировать знания студентов и подготовить их для освоения основного курса [1].

По нашему мнению, оптимальной структурой такого пособия может быть модель технологического учебника с компьютерной поддержкой. Эта модель выгодно отличается от традиционных учебников тем, что, во-первых, в ней предусмотрено концентрированное и чётко структурированное изложение содержания, во-вторых, используются технологии деятельностного обучения и главный акцент сделан на самостоятельной работе студентов, в-третьих, разработан методический аппарат компьютерной поддержки обучения.

Такие учебники были созданы ещё в восьмидесятых годах прошлого века, а с приходом в нашу жизнь компьютерных технологий они были модифицированы, в них было добавлено электронное приложение. Это явилось стимулом для формирования нового научного направления – инновационной компьютерной дидактики. По существу, это учебник нового поколения, поскольку он принципиально отличается от традиционных не только наличием электронного приложения, но и тем, что его методическая часть (80 % объёма) ориентирована на самостоятельное изучение предмета посредством инновационных дидактических технологий [1].

Таким образом, новый учебник интегрирует в своём составе: учебную информацию (параграфы, в которых информация минимизируется, так как убирается второстепенный материал); технологии активного освоения предметного содержания (они представлены в виде обучающих блоков); электронного приложения (в нём обучающие блоки трансформированы в компьютерные формы) [2].

Первые учебники были созданы на предметной области физики, но затем используемые в них инновационные технологии обучения были экстраполированы на курс математических дисциплин и стали основой для создания технологического учебника по математике с программным приложением.

Нацеленность новой модели на решение проблем образования Консерватизм формы построения учебников стал тормозом в их развитии, поскольку прежняя форма учебника не соответствует новым требованиям. Какие же проблемы решают учебники нового поколения.

1. Традиционные учебники не демонстрируют методики активного освоения предъявляемой учебной информации. Новые учебники помимо информации включают технологии организации продуктивной познавательной деятельности, которые размещены в их методической части в виде дидактических блоков, где сочетаются основная учебная информация и способы её изучения и углубления. При работе с традиционными учебниками учащиеся получают информацию в готовом виде, новый учебник нацеливает школьников на самостоятельный учебный поиск, самоконтроль и самооценку знаний.

2. В традиционных учебниках предлагается один и тот же материал для учащихся с разными уровнями подготовки по предмету. В новом учебнике материал дифференцирован по сложности, что позволяет сделать выбор каждому.

3. В традиционных учебниках параграфы перегружены второстепенным и иллюстративным материалом. В технологическом учебнике минимизирован объём учебных параграфов (что облегчает запоминание основного содержания), материал объединён в крупные модули, что способствует целостному восприятию изучаемых теорий. Дополнительный, справочный и иллюстративный материал вынесен за пределы параграфа в комплекс сопровождающих его дидактических блоков [2].

4. Большинство традиционных учебников построены по принципу монографии, в новом учебнике используется диалоговый стиль общения с учащимся: предлагается составить задачу, найти алгоритм решения учебной проблемы, участвовать в дидактической игре и т.д. При этом учебник не навязывает ученику жёсткую программу действий, а предлагает различные виды учебной деятельности. Для развития интереса к предмету в новый учебник включаются компьютерные учебные игры, конкурсы, кроссворды, эстафеты, занимательные задания и др. Принцип гуманизма в обучении реализуется через технологии нового учебника, что позволяет апеллировать не только к интеллекту, но и чувствам обучающихся.

Укажем некоторые блоки технологического учебника по математике.

Повторение.

Включают сведения из курса математики, необходимые для изучения данного параграфа. Эти блоки могут изучаться самостоятельно.

Самоподготовка.

Расчитаны на самостоятельную работу обучаемых, в результате которой они приходят к выводам, изложенным в параграфах. В некоторых блоках используется прием программированного обучения. Активно используются приёмы работы с учебными текстами [1, 4].

Самопроверка.

Обучаемым предлагается самостоятельно ответить на вопросы теории, выполнить упражнения по материалу параграфов, собрать «слепую» схему, отражающую логику развития теории. При этом проверка результатов предусмотрена в компьютерной версии блока.

Дополнение к параграфу (расширяющие блоки).

Содержат материал, излагаемый репродуктивно и содержащий сведения из истории науки и техники, а также выходящий за рамки учебной программы. Этот блок может изучаться в ознакомительном плане.

Решите и составьте задачу.

Приводятся решения типовых задач, затем предлагается самостоятельно составить задачи по образцу или рисунку. При этом широко используются активные методические приемы, например, иллюстрации с помощью динамических плоских моделей, запись в виде структурно-логических схем, экспресс-приемы и др. Это позволяет рассмотреть на занятии гораздо больше задач, чем при традиционных методиках.

Поиск алгоритма.

Предлагается на каком-либо примере выявить и записать нежесткий алгоритм решения задач данного типа.

Решите проблему.

Предлагается решение учебных проблем.

Перфокарта.

Используются приёмы алгоритмизированного обучения.

Знания в систему.

Систематизация знаний проводится с помощью структурно-логических схем, таблиц, задач и других приемов. При этом нет необходимости запоминать схемы, помогающие составить последовательный обобщенный рассказ по теме.

Фасетный тест.

Состоит из элементов-фасеток, из которых различными сочетаниями конструируются задачи. Структура теста включает две части: в первой содержится: текст, рисунок, описание учебных ситуаций, массив требований, наборы ответов и заданий. Во второй указываются последовательность учебных действий в работе над заданиями, которые по сложности образуют три группы, что обеспечивает возможность дифференцированного подхода в изучении темы [4].

Интеллектуальная лабильность.

Позволяет получить более полную информацию о качестве знаний обучаемых благодаря факторизации учебной информации. Это помогает преподавателю сконструировать индивидуальные корректирующие программы по изучаемой теме, а также расставить акценты в практике её преподавания.

Учебный лабиринт.

Обеспечивает активную работу над учебным текстом.

Учебные эстафеты формул, графиков, задач.

Обеспечивают формирование прочных практических навыков при освоении предметного содержания.

Учебная мозаика.

Применена технология систематизации и обобщения знаний.

Такие учебники были созданы ещё в восьмидесятых годах прошлого века, а с приходом в нашу жизнь компьютерных технологий они были модифицированы, в них было добавлено электронное приложение. Это явилось стимулом для формирования нового научного направления – инновационной компьютерной дидактики. По существу, это учебник нового поколения, поскольку он принципиально отличается от традиционных не только наличием электронного приложения, но и тем, что его методическая часть (80 % объёма) ориентирована на самостоятельное изучение предмета посредством инновационных дидактических технологий [1].

Игровые блоки.

Содержат описания содержания компьютерных учебных игр по многим вопросам теоретической части. Используются разнообразные формы игровой деятельности.

Комплекс дидактических блоков для каждого занятия может подбираться произвольно, в зависимости от конкретной ситуации в группе, что создаёт условия для индивидуализации процесса обучения [1, 5].

Для создания интерактивных версий технологий использовались языки программирования JavaScript, ActionScript и HTML 4.0. Большинство технологий создано в программной среде Adobe Flash. Нелинейность сюжета достигается использованием операторов ветвлений. Графические образы представлены слоями (леерами). Каждому из них ставится в соответствие своя картинка. Объекты могут плавно перемешаться по экрану, что достигается изменением свойств лееров. Правильные ответы к задачам хранятся в массивах, которые инициализируются при загрузке программы. Введенный пользователем ответ сравнивается с соответствующим ответом из массива. Интерактивная версия компьютерной обучающей игры «Восхождение на пик Знаний» включает комплекс заданий – привалов. В ней использована фреймовая структура окна для хранения результатов выполнения заданий. Со многими интерактивными версиями технологий нового учебника можно ознакомиться на сайте: icdau.ru.

Итак, проектируя технологии обучения корректирующих знания студентов учебных пособий и их программных приложений, мы исходили из того, что пособия должны отличаться следующими свойствами:

1) общая логика структурирования содержания должна содействовать трансформации объяснительно-иллюстративного метода преподавания в средство познания научной теории самими студентами, становясь базой для формирования их мировоззрения и творческого мышления;

2) необходимо усилить свойства психологического характера – возможности развития познавательных интересов и интеллектуальных способностей обучающихся, закладывая прочную мотивационную основу учения;

3) функциональные возможности пособия должны существенно расширяться, поскольку оно перестаёт быть учебной монографией, а должно вести со студентом активный диалог, выводя его на личностный уровень саморазвития;

4) дифференцированный подход реализуется при опоре на индивидуальные возможности обучающихся, темпы их продвижения в учёбе, обеспечивая опережающее изучение учебного курса;

5) должна закладываться методическая основа интеграции знаний, гуманизации и гуманитаризации естественнонаучного образования;

6) необходимо создавать базу не только для прочных предметных знаний, но и для специальных, связанных с будущей профессиональной деятельностью студентов, с особенностями научно-технического прогресса, в частности, с широкой информатизацией экономики, внедрением компьютеров в образование и производство [5].

Указанные характеристики учебных материалов нового поколения в процессе трансформации дидактических технологий в их компьютеризированные формы не только не должны быть утрачены, но и существенно усилены.

Список литературы:

1. Красина И.Б. Использование современных технологий обучения при подготовке специалистов в высшей школе / И.Б. Красина, Л.М. Данович, Е.П. Даценко, Н.И. Петель // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2-16. – С. 3598–3603.
2. Пичкуренко Е.А. Инновационные технологии в преподавании математики / Е.А. Пичкуренко, А.Г. Пригодина, Л.М. Данович. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 2021. – 186 с.
3. Пригодина А.Г. Конструирование электронного образовательного ресурса по математике на основе герменевтического, системно-структурного и междисциплинарного подходов / А.Г. Пригодина, А.И. Архипова // *Школьные годы*. – 2012. – № 45. – С. 37–64.
4. Шевляк А.Г. Проблема реализации принципа когерентности на разных ступенях математического образования / А.Г. Шевляк, Н.С. Шернина // *Школьные годы*. – 2010. – № 29. – С. 19–27.
5. Шевляк А.Г. Компьютерная поддержка дидактической адаптации студентов к изучению математики в инженерном вузе / А.Г. Шевляк, Н.С. Шернина, Р.И. Золотарев // *Дистанционное и виртуальное обучение*. – 2011. – № 12. – С. 98–107.

УДК 004.023

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА «DONKEY AND SMUGGLER»
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА НАИМЕНЬШЕГО
ГАМИЛЬТОНОВА ЦИКЛА В ПОЛНОМ ГРАФЕ**



**USAGE OF THE DONKEY AND SMUGGLER METHOD
TO SOLVE THE PROBLEM OF FINDING
THE SMALLEST HAMILTONIAN CYCLE IN A FULL GRAPH**

Частикова В.А.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный технологический университет
chastikova_va@mail.ru

Пешков А.Н.

студент,
Кубанский государственный технологический университет
speznaz97@gmail.com

Карапетыян А.С.

студент,
Кубанский государственный технологический университет
speznaz97@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена работа одного из новых методов роевого интеллекта – алгоритма осла и торговца. Данный оптимизационный алгоритм вдохновлен поведением ослов в природе, а также их использованием в международной и локальной перевозке грузов. Исследование метода и его сравнительный анализ с другими эвристическими методами (муравьиным и генетическим алгоритмом) проведен на примере решения проблемы поиска наименьшего гамильтонова цикла в полном графе.

Ключевые слова: имитационное моделирование, алгоритм осла и торговца, гамильтонов цикл, полный граф, задача коммивояжера, муравьиный алгоритм, генетический алгоритм.

Chastikova V.A.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
chastikova_va@mail.ru

Peshkov A.N.

Student,
Kuban State University of Technology
speznaz97@gmail.com

Karapetyan A.S.

Student,
Kuban State University of Technology
speznaz97@gmail.com

Abstract. This paper examines the work of new method of swarm intelligence – donkey and smuggler algorithm. This optimization method is inspired by the behavior of donkeys in nature and their usage in local and international cargo transportation. Research and comparison of this novel algorithm with other heuristic algorithms (ant colony optimization and genetic optimization) is carried out on the example of solving the problem of finding the smallest Hamiltonian cycle in a full graph.

Keywords: simulation modeling, donkey and smuggler algorithm, Hamiltonian cycle, full graph, travelling salesman problem, ant colony optimization algorithm, genetic algorithm.

Роевой интеллект описывает коллективное поведение децентрализованной самоорганизующейся системы и относится в теории искусственного интеллекта к эвристическим методам оптимизации [4].

Системы роевого интеллекта, как правило, состоят из множества агентов, взаимодействующих между собой и с окружающей средой. Каждый агент следует достаточно простым правилам и, несмотря на то, что нет какой-то централизованной системы управления поведением, которая бы указывала каждому из них на то, что ему следует делать, локальные и, в некоторой степени, случайные взаимодействия приводят к возникновению интеллектуального группового поведения, неконтролируемого отдельными агентами.

Роевой интеллект имеет широкий спектр применений [2]: от расчетов компьютерных и телекоммуникационных сетей и задач оптимизации многопараметрических функций [1, 8, 10] до биоинженерии, биомеханики и биохимии.

Описание работы алгоритма

Алгоритм осла и контрабандиста (Donkey and Smuggler Optimization Algorithm, DSO), или же метод осла и торговца является эвристическим методом поиска. Данный алгоритм используется для решения задач оптимизации, проводя поиск решения путём симуляции поведения осла и его реакции на различные ситуации.

Алгоритм имеет две части: часть торговца и часть осла. В первой части метод находит возможные решения, а во второй пытается их сохранить при возможных изменениях параметров (длина пути, загруженность и т.д.).

Способность данного алгоритма исследуется для решения реальных проблем в различных областях, к примеру в маршрутизации пакетов в сети, маршрутизации скорой помощи, выбор дороги в GPS-навигации и других сферах, которые включают поиск и выбор лучшего решения среди несколько возможных. Для решения критических проблем требуются алгоритмы, обеспечивающие надежные, быстрые и динамические решения, так как последствия их отсутствия могут быть катастрофическими.

Данный метод имитирует транспортное поведение ослов, такое, как поиск и выбор маршрутов передвижения ослами в реальном мире. У ослов есть набор поведенческих особенностей, которые в определенной степени отличают их от других животных: хорошая память и способность быстро и легко учиться. Способность к обучению сравнима со способностями собак, волков [9] или дельфинов [7].

Часть 1: Торговец (неадаптивная)

В этой части торговец проверяет все возможные маршруты от начального местоположения до места назначения, а затем, основываясь на определенных параметрах, таких, как время, безопасность и состояние маршрута, решает, какой маршрут лучше выбрать, и отправляет осла по этому маршруту.

Пригодность каждого решения вычисляется по формуле:

$$f(x) = \frac{\sum_{j=0}^J x_{ij} + \prod_{j=0}^J x_{ij}}{\sum_{z=0}^Z x_{iz} + \prod_{z=0}^Z x_{iz}},$$

где x_{ij} – возможное решение, i – количество возможных решений.

Часть 2: Осел (адаптивная)

В адаптивной части решения принимаются на основе текущего состояния пути, то есть различных заданных параметров (длина пути, загруженность, безопасность). Если один из параметров изменится, будут предприняты действия, чтобы избежать потери пути или задержки. Данная реакция будет основана на поведении агента (осла).

В случае изменения одного из параметров будет выполнено одно из следующих действий:

1. Убежать: изменить путь на альтернативный

Когда лучшее решение, определенное в неадаптивной части алгоритма, больше не является высокоэффективным, оно будет отброшено. Новый путь будет установлен в соответствии с обновленными параметрами.

2. Заменить

Если наиболее эффективное решение полученное в первой части алгоритма более не является таковым из-за каких-либо изменений параметров, но требуется сохранить данный путь, то можно отбросить текущее решение и заменить его на другое, наиболее близкое по эффективности. Далее возможно вернуть прошлый путь при повторном изменении параметров.

Для нахождения альтернативного лучшего решения используется формула:

$$f(x)_{\text{changeSolution}} = f(x_i) - f(\text{BestSolution}),$$

где i – количество возможных решений.

Другим эффективным решением будет являться то, которое дает ближайшее к 0 значение.

3. Поддержка

Для объяснения данного действия можно взять пример локальной сети. Когда канал передачи данных (оптимальный путь) перегружен, есть возможность избежать отказа от текущего наиболее эффективного пути, назначив второй маршрут для выполнения той же задачи до тех пор, пока перегрузка не исчезнет. Т. е. вместо использования одного канала для передачи и приема данных можно использовать два канала для уменьшения перегрузки.

Для нахождения поддерживающего решения используются следующие формулы:

$$\begin{aligned} \text{Second}_{\text{solution}} &= f(\text{Best}_{\text{solution}}) - f(x_i) \\ \text{Support}_{\text{solution}} &= \text{Best}_{\text{solution}} + \text{Second}_{\text{solution}} \cdot \end{aligned}$$

Сравнительный анализ эффективности эвристических алгоритмов при решении задачи коммивояжера

Для исследования эффективности был разработан программный комплекс, в котором помимо DSO также были реализованы муравьиный (ACO) и генетический алгоритм (GO) [5], являющиеся одними из наиболее популярных эвристических методов. При проведении сравнительного анализа в качестве тестовой задачи выбрана проблема поиска наименьшего гамильтонова цикла в полном графе, частным случаем которой является задача коммивояжера [3].

Муравьиный алгоритм – один из эффективных полиномиальных алгоритмов для решения задачи коммивояжера, а также аналогичных задач поиска маршрутов на графах. Суть подхода заключается в анализе и использовании модели поведения муравьёв, ищущих пути от колонии к источнику питания, и представляет собой метаэвристическую оптимизацию.

Оригинальная идея исходит от наблюдения за муравьями в процессе поиска кратчайшего пути от гнезда до источника пищи. Визуальное представление работы алгоритма можно видеть на рисунке 1.

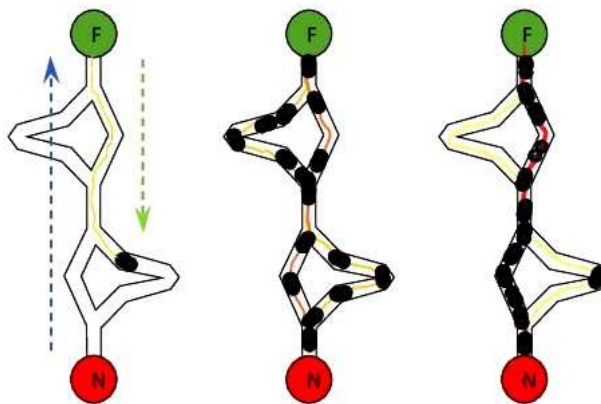


Рисунок 1 – Базовый принцип работы муравьиного алгоритма

1. Первый муравей находит источник пищи любым способом, а затем возвращается к гнезду, оставив за собой тропу из феромонов.

2. Затем муравьи выбирают один из возможных путей, позже укрепляют его с помощью феромонов и делают более привлекательным.

3. Муравьи выбирают кратчайший маршрут, так как феромоны более длинных путей быстрее испаряются.

В свою очередь, генетический алгоритм – это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искоемых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе.

Является разновидностью эволюционных вычислений, с помощью которых решаются оптимизационные задачи с использованием методов естественной эволюции, такие как, наследование, мутация, отбор и кроссинговер.

Мутации – на шаге мутаций нужно выбрать некоторое количество особей, а затем изменить их в соответствии с заранее определёнными операциями мутации.

Отбор (селекция) – На этапе отбора нужно из всей популяции выбрать определённую её долю, которая останется «в живых» на этом этапе эволюции. Есть разные способы проводить отбор. Вероятность выживания отдельной особи должна зависеть от значения функции приспособленности. Сама доля выживших обычно является параметром генетического алгоритма, и её задают заранее. По итогам отбора из некоторого количества особей в популяции должны остаться те особи, которые войдут в итоговую популяцию. Остальные особи погибают.

Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе.

Эксперименты проводились на одних и тех же входных данных для трех исследуемых алгоритмов.

Параметры ACO:

$\alpha = 1$ – отвечает за влияние феромонов на ребре графа;

$\beta = 5$ – отвечает за влияние привлекательности ребра графа;

$\rho = 0.5$ – скорость испарения феромонов.

Параметры для GO:

Crossover probability = 0,9 – вероятность кроссинговера;

Mutation probability = 0,1 – вероятность мутации.

Результаты тестирования представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 – Зависимость скорости работы алгоритмов от количества вершин графа

Количество вершин	DSO, с	ACO, с	GO, с
3	0,0005	0,00052	0,0006
5	0,0015	0,022	0,001
10	0,0025	0,04	0,01
15	0,006	0,1	0,015
20	0,01	0,11	0,17
25	0,013	0,3	0,21
30	0,022	0,45	0,26
35	0,029	0,6	1,45
40	0,037	0,84	1,72
45	0,042	1,5	3,75
50	0,055	2,1	4,27
100	0,57	14,2	90
200	9,3	83	225
500	407	1121	859
800	2528	3154	3228
1000	5027	7521	8871

Таблица 2 – Зависимость точности найденного решения от количества вершин графа

Количество вершин	DSO	ACO	GO
3	636	636	636
5	1217	1250	1217
10	1474	1506	1474
15	1608	1699	1608
20	1900	1797	1700
25	1926	1978	1711
30	1940	1968	1889
35	1998	1981	1922
40	2165	2123	2100
45	2220	2479	2220
50	2482	2542	2400
100	3622	3850	3312
200	4755	4867	4693
500	7592	7756	7281
800	9557	9680	9481
1000	10704	10750	10401

По результатам, представленным в таблицах 1 и 2, можно сделать вывод, что несмотря на то, что скорость работы превосходит другие алгоритмы, однако DSO уступает в точности ACO и GO. Одним из главных преимуществ DSO является детерминированность результатов, то есть при неизменности входных данных, результат всегда будет один и тот же. В отличие от DSO, ACO не имеет детерминированности результата из-за использования генератора случайных чисел, что сильно влияет на результаты с увеличением количества городов. GO является наиболее точным алгоритмом, но требует больше времени для проведения расчетов.

Список литературы:

1. Colorni A. Distributed Optimization by Ant Colonies / A. Colorni, M. Dorigo. Conference: Proceedings of ECAL91 – European Conference on Artificial Life. – 1991. – 12 p.
2. Beni G. Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems / G. Beni, J. Wang. – Tuscany, Italy, 1989. – 10 p.
3. Gross J.L. Graph theory and its applications. Second edition / J.L. Gross, J. Yellen. – New-York, 2006. – 32 p.
4. Parsopoulos K. Recent Approaches to Global Optimization Problems Through Particle Swarm Optimization / K. Parsopoulos, M.N. Vrahatis. – 2002. – 306 p.
5. Малыхина М.П. Исследование эффективности работы модифицированного генетического алгоритма в задачах комбинаторики / М.П. Малыхина, В.А. Частикова, К.А. Власов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 32.
6. Малыхина М.П. Программирование на языке высокого уровня C# : учеб. пособие / М.П. Малыхина, В.А. Частикова. – Краснодар, 2011. – 250 p.
7. Панова Е.В. Возможности формирования и развития знаковых коммуникативных систем у животных (на примере дельфинов-афалин) / Е.В. Панова, А.В. Агафонов // Эпистемология & Философия науки. – 2011. – № 4. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-for-mirovaniya-i-razvitiya-znakovyh-kommunikativnyh-sistem-u-zhivotnyh-na-primere-delfinov-afalin> (дата обращения 10.03.2022).
8. Симанков В.С. Генетические алгоритмы и программы для решения задач оптимизации / В.С. Симанков, В.А. Частикова // Материалы международной научно-практической конференции «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах». – 2000. – С. 14–15.
9. Частикова В.А. Исследование алгоритма серых волков / В.А. Частикова, С.А. Жерлицын // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 16. – С. 136–142.
10. Частикова В.А. Исследование эффективности алгоритма поиска косяком рыб в задаче глобальной оптимизации / В.А. Частикова, М.А. Дружинина, А.С. Кекало // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4.

УДК 004.032.26

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК СОЦИАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ**



**APPLICATION OF NATURAL LANGUAGE PROCESSING METHODS
FOR SOLVING SOCIAL ENGINEERING ATTACK DETECTION TASKS**

Частикова В.А.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный технологический университет
chastikova_va@mail.ru

Гуляй В.Г.

студентка,
Кубанский государственный технологический университет
ms.gulyay@bk.ru

Аннотация. Целью данного исследования является анализ и сравнение работы двух наиболее распространенных алгоритмов обработки естественного языка bag-of-words и Word2Vec в рамках решения задач по обнаружению атак социальной инженерии. В результате анализа было выявлено, что модель вложения слов, в частности Word2Vec, справляется с поставленной задачей лучше, так как точность результатов у модели Word2Vec, базирующейся на алгоритме встраивания слов, составила 96,62 %, а у метода bag-of-words с использованием алгоритма one-hot encoding – 91,16 %.

Ключевые слова: социальная инженерия, обработка естественного языка, машинное обучение, bag-of-words, Word2Vec.

Chastikova V.A.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
chastikova_va@mail.ru

Gulyay V.G.

Student,
Kuban State University of Technology
ms.gulyay@bk.ru

Abstract. The purpose of this study is analysis and comparison the work of the two most popular natural language processing algorithms bag-of-words and Word2Vec in solving problems of detecting social engineering attacks. As a result of the analysis, it was revealed that the word embedding model, in particular Word2Vec, copes with the task better, since the accuracy of the results of the Word2Vec model based on the word embedding algorithm was 96.62 %, and the bag-of-words method using the one-hot encoding algorithm was 91.16 %.

Keywords: social engineering, natural language processing, machine learning, bag-of-words, Word2Vec.

В последнее время наравне с техническими атаками на пользователей сети участились атаки с использованием методов социальной инженерии. По данным центра мониторинга и реагирования на кибератаки Solar JSOC по развитию бизнеса SOC компании «Ростелеком» в 2021 году атаки с применением методов социальной инженерии составили более 30 % от всех осуществленных кибератак. Ежегодный ущерб, наносимый киберпреступниками, которые для осуществления атак используют методы социальной инженерии, оценивается в десятки миллиардов долларов США. Для защиты от такого вида мошенничества, согласно проведенному исследованию, с большой долей эффективности могут применяться различные методы анализа естественного языка [1].

Одной из наиболее известных и простых в реализации моделей обработки естественного языка является алгоритм bag-of-words. Данная модель представляет собой неупорядоченный набор слов без сведений о связях между ними. Таким образом, такой алгоритм не позволяет определить контекст какого-либо слова, так как при создании модели bag-of-words применяется метод унитарного кодирования (one-hot encoding) [4]. Данный метод представляет собой универсальный способ построения эмбедингов, т.к. он очень прост в реализации, однако, занимает много места в памяти, храня при этом небольшое количество важной информации. Это связано с тем, что языковая модель, получаемая путем использования данного метода, представляет собой огромное разреженное векторное пространство – sparse (большая часть 0 и в одной позиции 1-ца).

Несмотря на недостатки данной модели (требуемый большой объем памяти при небольшом количестве важной информации и отсутствие возможности определять контекст слов), она имеет существенное преимущество относительно других моделей: время, затрачиваемое на обработку данных с помощью алгоритма bag-of-words, значи-

тельно меньше по сравнению с временем обработки, требуемым для решения тех же задач другими моделями [1]. Также данный алгоритм, несмотря на свою простоту, часто используется в качестве самостоятельного метода, благодаря высоким показателям точности обучения.

Другим рассматриваемым в данной работе методом обработки естественного языка является алгоритм встраивания слов. Данный метод является моделью векторного отображения слов, позволяющей словам, содержащим одинаковую семантическую нагрузку, иметь одинаковое представление. Для реализации данной модели необходимо создать многомерное embedding-пространство слов [2], т.е. получить отображение каждого слова в действительный вектор многомерного пространства. Иначе говоря, необходимо преобразовать каждое слово в числовой вектор с n -координатами, где n равняется числу осей в многомерном пространстве. Таким образом, каждое слово будет представлено вектором, имеющим десятки или сотни измерений. Большое количество параметров позволяет дать более полную и точную характеристику семантической составляющей каждого слова, но при этом в разы уменьшить количество измерений и соответственно размеры матрицы совпадения слов по сравнению с методом bag-of-words, т.к. в нем могут применяться тысячи и даже миллионы измерений, необходимые для разреженных представлений слов [3].

Одними из наиболее популярных языковых моделей, базирующихся на алгоритме вложения слов, являются Word2Vec, GloVe и fastText. Преимущественно используется модель Word2Vec [1]. Данный метод благодаря применению сразу двух алгоритмов обучения позволяет работать одновременно в двух направлениях: предугадывать центральное слово по соседним благодаря модели CBOW (непрерывный мешок слов) и определять контекст заданного слова благодаря алгоритму Skip-gram [7]. Благодаря двунаправленности данная модель превосходит по показателям точности обучения алгоритмы GloVe и fastText. Однако, недостатком метода Word2Vec относительно fastText является отсутствие алгоритма, позволяющего работать с неизвестными для модели словами [1], но в рамках поставленной задачи модели не требуется обрабатывать большое количество неизвестных или редко встречаемых слов, поэтому гораздо более важным критерием при выборе алгоритма вложения слов служила эффективность обнаружения контекстных связей в предложении.

Для продуктивного обучения таких языковых моделей, как bag-of-words и Word2Vec, требуется большой объем обучающих данных. С этой целью был создан русскоязычный датасет, содержащий 1000 различных примеров наиболее актуальных на начало 2022 года атак социальной инженерии. Для составления данного датасета были рассмотрены примеры атак на разные слои населения с различными целями, преследуемыми злоумышленниками [6].

Модель bag-of-words была получена путем создания одномерного векторного пространства с помощью алгоритма one-hot encoding. В результате унитарного кодирования (one-hot encoding) получается матрица модели bag-of-words, строки которой характеризуют предложения исходного датасета, а столбцы – слова из полученного в пункте 2 словаря. Элементы матрицы определяются следующим образом (рис. 1):

- ставится 1, если слово заданного столбца принадлежит предложению, указанному в строке;
- ставится 0, если слово заданного столбца не принадлежит предложению, указанному в строке.

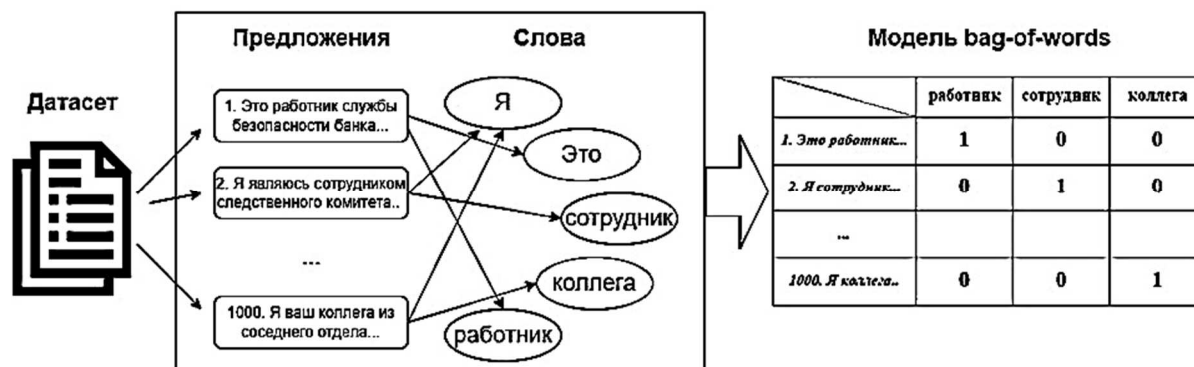


Рисунок 1 – Создание модели bag-of-words на базе исходного датасета

Далее обработанные данные поступают на вход нейронной сети прямого пространства, содержащей 1 скрытый слой с 10 нейронами. Обучение сети происходит в количестве 15 эпох с пакетом обучения, равным объектам (в данном случае 1000).

Для реализации модели Word2Vec потребовалось создать на базе имеющегося датасета embedding-пространство, имеющее 1290 измерений (рис. 2). Полученные числовые векторы подаются на вход нейронной сети прямого распространения, имеющей 3 скрытых слоя с 10 нейронов на каждом. Обучение проводится в 15 эпох с пакетом обучения, равным 1.

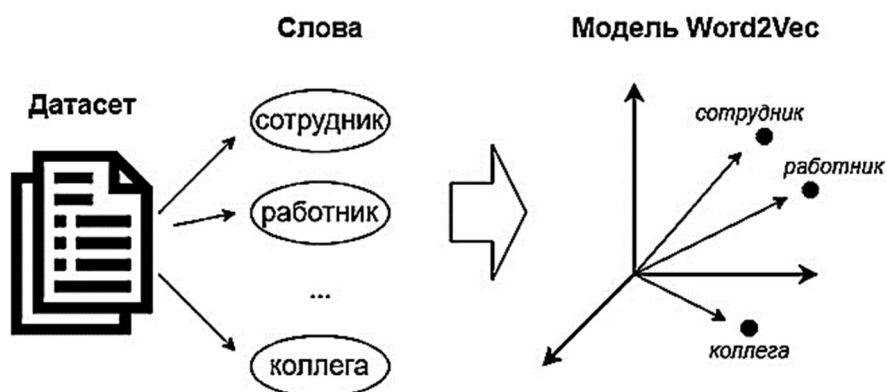


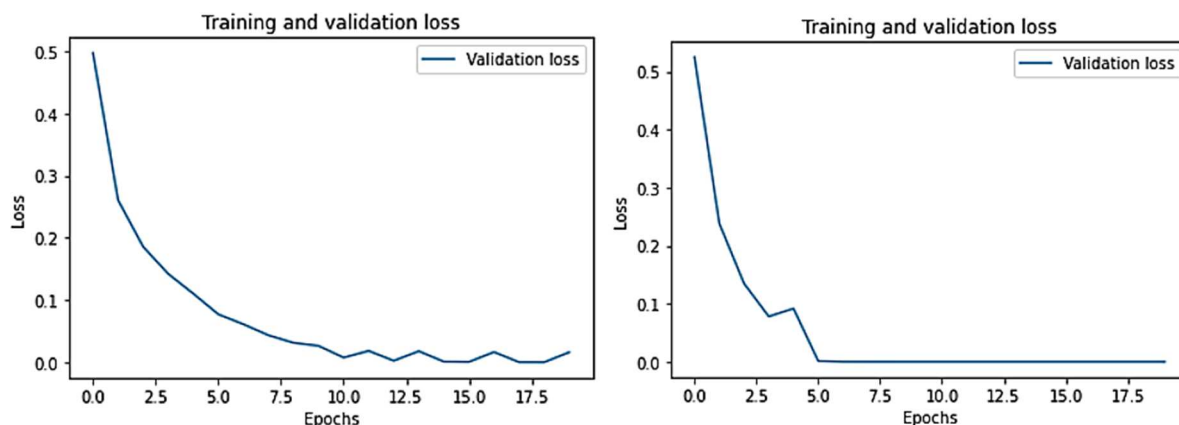
Рисунок 2 – Создание модели Word2Vec на базе исходного датасета

По итогу обработки данных каждой из рассматриваемых нейронной сети выводятся данные о результатах ее обучения после каждой эпохи, а также строится график зависимости погрешности обработки данных от эпохи обучения.

Анализ полученных данных

Для проверки корректности работы программного комплекса данные исходного датасета были разделены случайным образом на обучающую выборку и контрольную в соотношении 80 % и 20 % от общего объема данных соответственно. Такое разделение было произведено с целью апробации работы каждого алгоритма в условиях, приближенных к реальности, т.е. когда модель получает на вход данные, которые она ранее не обрабатывала.

После обучения и тестирования обеих моделей с помощью контрольной выборки были получены следующие результаты: вероятность обнаружения атак социальной инженерии, содержащихся в проверяемом тесте путем использования алгоритма bag-of-words составила 91,16 %, а с помощью применения метода Word2Vec точность обнаружения увеличилась до 96,62 %.



Модель вложения слов Word2Vec показала результаты выше, чем модель bag-of-words на 5,48 %. Это связано с тем, что алгоритм Word2Vec работает непосредственно со словами, пытаясь определить как то или иное конкретное слово влияет на требуемый результат (наличие, либо отсутствие атаки социальной инженерии в данном предложении). Для этой цели данный алгоритм «сближает», а иногда и объединяет, схожие по значению слова. Такой принцип работы сильно отличается от алгоритма мо-

дели bag-of-words, где не учитывается значение и схожесть слов. В данном методе основой является матрица, дающая представление о содержании тех или иных слов в каждом предложении, и дальнейшее сопоставлении полученных комбинаций нулей и единиц со значением предложения (содержит или не содержит потенциальную атаку социальной инженерии). Сравнение рассмотренных методов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ моделей bag-of-words и Word2Vec

	Модель bag-of-words	Модель Word2Vec
Работа с предложениями целиком, без учета значения и связи отдельных слов	☑	☒
Обработка текста с учетом синонимичности слов	☒	☑
Возможность обучаться на датасете малого объема	☒	☒
Результаты обработки обучающей выборки	95,37 %	98,42 %
Результаты обработки контрольной выборки	91,16 %	96,64 %

Выводы

Сравнительный анализ рассматриваемых методов показал, что обработка непосредственно слов с учетом их синонимичности позволяет заметно улучшить результаты работы программного комплекса, базирующегося на методах обработки естественного языка в рамках решения задачи обнаружения атак социальной инженерии.

Таким образом, модель вложения слов Word2Vec показала результаты лучше, чем модель bag-of-words, и вполне может применяться в качестве основного метода в рамках решения поставленной задачи. Однако, исходя из данных сравнительного анализа, приведенного в таблице 1, можно сделать вывод, что обе рассматриваемые модели имеют существенный недостаток – они не могут обучаться на относительно малом датасете. Так, при каждом появлении нового типа атак социальной инженерии придется перерабатывать датасет, дополняя его значительным количеством примеров новых атак. Это не совсем удобно и не всегда возможно в силу того, что может отсутствовать достаточное количество примеров актуальных атак, а по мере пополнения датасета определенные типы атак могут устаревать. Из этого следует, что более эффективным будет применение усовершенствованных методов обработки естественного языка, имеющих возможность обучаться на небольшом объеме данных, таких как BERT, GPT и XLNet.

Список литературы:

1. Частикова В.А. Методы обработки естественного языка в решении задач обнаружения атак социальной инженерии / В.А. Частикова, К.В. Козачек, В.Г. Гуляй // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2021. № 4(291). С. 95–108.
2. Глушко В.В. Система поиска по схожести на основе нейросетевого сравнения / В.В. Глушко, В.В. Крылов, В.М. Новожилова // В сборнике: Информационные системы и технологии ИСТ-2017. Материалы докладов XXIII Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию НГТУ – Нижегородского политехнического института. – 2017. – С. 529–534.
3. Сравнительный анализ некоторых алгоритмов речевого интеллекта при обнаружении сетевых атак нейросетевыми методами / В.А. Частикова, М.П. Малыхина, С.А. Жерлицын, Я.И. Воля // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 129. – С. 106–115.
4. Jeong M. Regularizing Models via Pointwise Mutual Information for Named Entity Recognition / M. Jeong, J. Kang // ArXiv, abs/2104.07249.2021.
5. Нейросетевая технология обнаружения аномального сетевого трафика / В.А. Частикова, С.А. Жерлицын, Я.И. Воля, В.В. Сотников // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2020. – № 1(49). – С. 20–32.
6. Гнутова О.В. Атаки социальной инженерии / О.В. Гнутова, Н.С. Мотуз // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». – 2022. – № 1. – С. 490–496.
7. Shobana J. Improving feature engineering by fine tuning the parameters of Skip gram model / J. Shobana, M. Murali // Materials Today: Proceedings. – 2021.

УДК 004.032.26; 004.056

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ
ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В ЗАДАЧАХ ФИЛЬТРАЦИИ СПАМА**



**PECULIARITIES OF USING NATURAL LANGUAGE PROCESSING METHODS
IN SPAM FILTERING PROBLEMS**

Частикова В.А.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный технологический университет
chastikova_va@mail.ru

Козачёк К.В.

аспирант,
Кубанский государственный технологический университет
Koza4ek.Konstantin@yandex.ru

Аннотация. В настоящей работе представлен анализ основных проблем фильтрации текстового спама. Рассмотрены методы представления текста: bag-of-words и Embedding-пространство, методы, основанные на внимании (Attention), приведены результаты решения задачи обнаружения фильтрации спама разными методами классификации: метод опорных векторов (SVM), метод К-ближайших соседей, случайный лес, байесовский классификатор, нейронные сети.

Ключевые слова: обнаружение спама, анализ текстов, обработка естественного языка, мешок слов, Embedding-пространство, attention, нейронные сети, метод опорных векторов, метод к-ближайших соседей, SVM, KNN.

Chastikova V.A.

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State University of Technology
chastikova_va@mail.ru

Kozachyok K.V.

Student,
Kuban State University of Technology
Koza4ek.Konstantin@yandex.ru

Abstract. This paper presents an analysis of the main problems of text spam filtering. Text representation methods are considered: bag-of-words and Embedding-space, methods based on attention, the results of solving the problem of spam filtering detection by different classification methods are given: support vector machine (SVM), K-nearest neighbors, random forest, Bayesian classifier, neural networks.

Keywords: spam detection, text analysis, natural language processing, bag of words, embedding space, attention, neural networks, support vector machine, k-nearest neighbors, SVM, KNN.

Электронная почта остается одним из самых популярных средств онлайн-общения и передачи данных или сообщений через сеть, а также является связующим звеном для различных мессенджеров, сайтов и социальных сетей. Ввиду этой популярности почта представляет интерес для злоумышленников, которые придумывают новые способы обхода эволюционирующих методов борьбы со спамом и фишингом [1]. Следовательно проблема фильтрации спама все еще остается актуальной, нежелательные электронные письма и СМС-сообщения засоряют почту и память телефона. Например, Mail.ru сообщает, что 80 % писем являются спамом [2]. Также, появляются новые проблемы: фейковые аккаунты в социальных сетях [3], которые ежедневно отправляют огромное количество спам-сообщений, оставляют комментарии или «накручивают» оценки на различных ресурсах, спам-звонки, а также письма с сайтов, на которых пользователь сам разрешил рассылку, но которые пользователю не нужны. Для поисковых систем большой проблемой в современном мире также является спамдексинг (поисковый спам), результаты данной проблемы также влияют и на пользователей интернета [4], [5].

Существует несколько групп методов обнаружения спама: основанные на списках (черные, белые, серые, RBL), основанные на содержании (анализ текста/картинок), основанные на контроле массовых рассылок. В данной работе будут рассмотрены методы обнаружения текстового спама.

Все работы выполнялись на датасете спама с сайта Каггл [6], содержащем 5250 писем. На этом этапе возникает несколько проблем: письма, были собраны одной группой исследователей, потому они могут быть очень схожи, что усложнит задачу адаптируемости разработанного фильтра. Эта проблема решается дополнением нескольких других наборов данных, но тогда их сперва стоит привести к одному виду.

Вторая проблема заключается в том, что разметка писем в датасете осуществлялась при помощи программы SpamAssasin, которая очень популярна, однако спо-

собна отсеивать явные спам-письма, при этом есть вероятность того, что хорошо составленное спам-письмо будет размечено как не спам, что приведет к неверной классификации фильтром. Данная проблема решается анализом данных, который требует большого количества усилий (по сути, все письма должны создаваться вручную и их нужно не менее 5000). Из-за этих проблем, а также по причине устаревания типов спама, представленных в датасете, к ним были добавлены 250 писем, составленных в соответствии с отчетом Лаборатории Касперского за 2021 год.

Однако наилучшим способом поиска датасета является создание собственного. Таким образом будут собраны более современные типы писем, для данных задач можно создать парсер, и парсить почту для сбора легитимных писем. Рекомендуется использовать несколько аккаунтов реальных людей (чем больше – тем лучше, не менее 10, желательно с разными интересами), чтобы увеличить количество паттернов писем. Проблемы возникают со сбором спам-писем. Так за 10 дней в Яндекс почте накапливается в среднем 4–5 спам-писем (в эту категорию у Яндекса попадают только спорные письма, однозначный спам сюда не попадает). Таким образом, на сбор достаточного количества писем данного типа может уйти от полу года до года. Можно воспользоваться данными отчетов различных компаний (например, Касперский выложили [1] типы писем, которые в 2020 году были популярны среди спамеров). Однако, в таком случае мы получаем только паттерны, и сами письма придется составлять интуитивным образом (мы так сделали с 250 письмами), может быть они далеки от тех, которые используются злоумышленниками. Ввиду всех этих сложностей использовался готовый датасет.

Проблема с небольшим количеством данных решается добавлением метода проверки по K-перекрестным блокам, что позволяет использовать одни и те же данные как в обучающей, так и в тестовой выборке, не допуская энтропии данных.

Еще одна проблема заключается в дисбалансе количества легитимных и спам-писем. Решается путем уменьшения датасета или, что предпочтительнее, добавлением писем меньшей категории в набор данных либо путем изменения гиперпараметров, например метрики производительности: не всегда матрица неточности является лучшим вариантом. Также можно использовать `class_weight` (для небольшого дисбаланса) или `warm_start`, однако эти методы являются менее предпочтительными.

Прежде чем пытаться классифицировать сообщения их необходимо представить в виде, понятном компьютеру не как просто набор символов, а как набор токенов, при этом каждый из них должен нести определенный смысл. Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – общее направление искусственного интеллекта и математической лингвистики, отвечающее за представление текста в понятном компьютеру виде.

Рассмотрим некоторые из них:

1. Мешок слов (Bag of Words, BoW) – представление слова в виде вектора длиной равной длине словаря, в котором единица соответствует порядковому номеру слова в словаре, а остальные значения – нули. Этот метод очень прост и результаты его представления легко интерпретировать, но он не способен различать новые слова без дополнительного дообучения, не учитывает контекст слов, не учитывает, что в сообщении одни слова важнее других, требователен к памяти.

2. Методы на основе Embedding-пространств (например Fast-text или собственные модели) – каждому слову соответствует вектор, который состоит из элементов – параметров слов (например является ли описываемый словом предмет одушевленным), которые создаются автоматически. Данные методы могут адаптироваться к новым словам и учитывают контекст, но все еще не обладают принципом внимания, также полученная модель может решать слишком ограниченный круг задач.

3. Трансформеры (методы, основанные на внимании) – содержат алгоритм внимания, включающий энкодер и декодер и вектор внимания. Наиболее современный из подходов, решают все предыдущие проблемы, однако занимают очень много места, а готовые решения также способны поддаваться реверс-инжинирингу [7].

Векторные представления BoW и на основе Embedding-пространств ввиду простоты рекомендуется обучать на собственном датасете, что позволит получить модель,

более чувствительную к определенному набору задач, однако набор данных должен быть исчерпывающим, чтобы модель была адаптивна. Также это позволит частично защититься от реверс-инжиниринга.

При предобработке текста, для его дальнейшего использования в методах NLP, необходимо избавиться от знаков пунктуации, привести слова к одному виду (зачастую – исключить падежи, преобразовать в единственное число) и исправить ошибки. Нет гарантий того, что датасеты составляли с идеальной орфографией и не использовали диалекты. Для этого часто используются стандартные модели, основанные на внимании, нейросети типа Word2Vec или даже хорошо составленные словари. В некоторых случаях также убирают часто встречаемые слова.

Для использования предобученной модели использующей механизм внимания следует выбирать версию в соответствии с языком, на котором будет происходить «чтение» текстов. Для классификации русскоязычных текстов существуют такие модели как: xlm-roberta-en-ru, Skoltech/russian-sensitive-topics, rubert-tiny, rubert-tiny2, rubert, ruRoBERTa и множество дистиллятов от независимых исследователей. При внедрении модели требуется учитывать ресурсоемкость этих моделей, так rubert-tiny весит 45 Мб а rubert от DeepPavlov не менее 386 Мб в зависимости от конфигурации. В случае слишком большой ресурсоемкости модель требуется дистиллировать (уменьшать, вычленять основное).

Проблема переобучения нейросетей в данной работе подробно не рассматривается ввиду простоты её решения (требуется уменьшение сложности архитектуры, и добавление прореживания).

Адекватно обучить с нуля модель на основе механизма внимания без большого количества специального оборудования не представляется возможным из-за сложности вычислений, но модели трансформеров можно дообучать на собственных данных (файнтюнить).

После предобработки данных применяются методы классификации, такие как наивный байесовский классификатор, K-ближайших соседей, деревья решений, метод опорных векторов и нейронные сети. Принципы работы этих методов описывались множество раз [8], [9], [10] потому здесь описаны не будут. Для большинства методов за исключением нейронных сетей и байесовского классификатора, использовались готовые решения библиотеки Scikit-learn, с дальнейшей настройкой параметров (например, в K-ближайших соседей переменной weights задается значение 'distance' для улучшения результатов). В первых двух типах нейросетей используется полносвязная нейронная сеть, в третьей добавляется двунаправленный слой. Результаты тестирования лучших вариаций классификаторов, полученные опытным путем представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты тестирования методов искусственного интеллекта в задаче обнаружения спама

Метод классификации и представления данных	Точность, %
K-ближайших соседей (KNN)	94,2
Метод опорных векторов (SVM)	97,6
Случайный лес	92,7
Наивный байесовский классификатор	96,9
Нейронная сеть с BoW	98,2
Нейронная сеть с Embedding-пространствами	94,9
Нейронная сеть с механизмом внимания	99,1

На рисунках 1 и 2 приведены матрицы неточности для моделей НС с BERT и Embedding-пространствами соответственно. Из них видно, что модель BERT лучше справляется с ошибками первого рода, таким образом легитимные письма реже попадают в «спам».

Хотя во всех случаях точность выше 90 %, при тестировании обученных моделей на другом наборе данных, они показали худшие результаты, что говорит о проблеме масштабируемости данных классификаторов, результаты тестирования приведены в таблице 2.

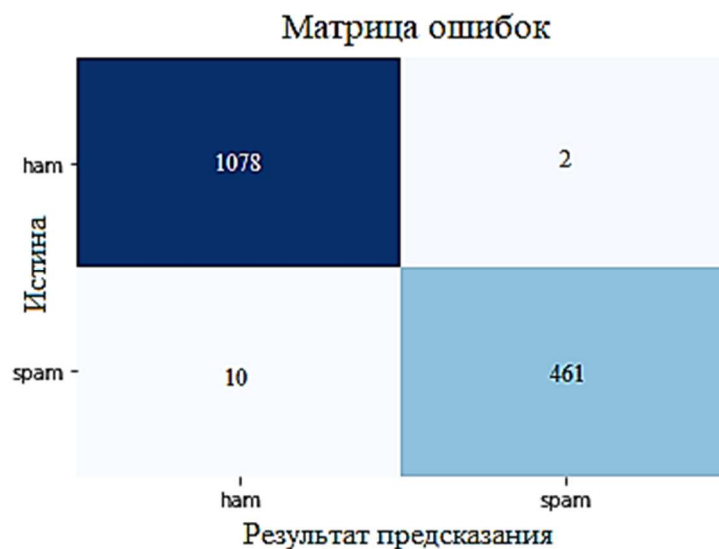


Рисунок 1 – Матрица неточности (матрица ошибок) для НС с BERT

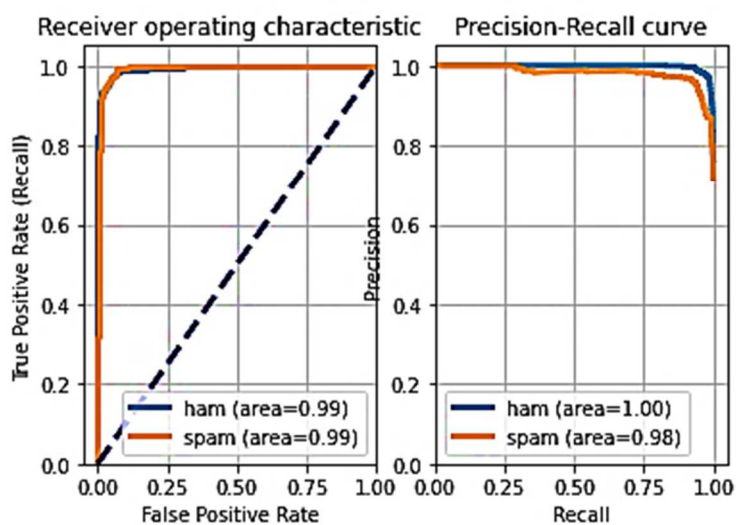
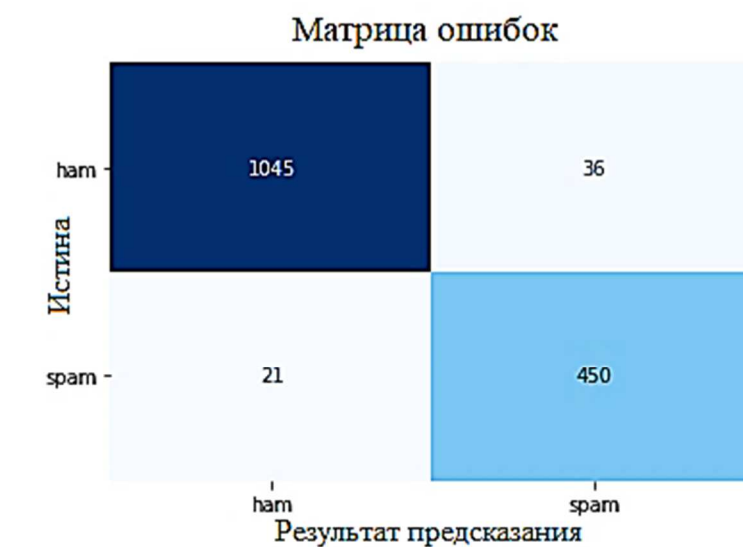


Рисунок 2 – Матрица неточности (матрица ошибок) для НС с Embedding-пространствами

Таблица 2 – Результаты тестирования обученных методов искусственного интеллекта в задаче обнаружения спама на новом датасете

Метод классификации и представления данных	Точность, %
К-ближайших соседей (KNN)	92,1
Метод опорных векторов (SVM)	93,7
Случайный лес	–
Наивный байесовский классификатор	90,2
Нейронная сеть с BoW	91,4
Нейронная сеть с Embedding-пространствами	94,2
Нейронная сеть с механизмом внимания	92,8

Значительно снизились результаты метода опорных векторов и нейронной сети с BoW (второе – предсказуемо), однако точность нейронной сети с механизмом внимания также упала по какой-то причине. Эти потери можно уменьшить, увеличивая тренировочные данные, используя различные датасеты, содержащие большее количество вариантов. И хотя можно сказать, что нейронная сеть с Embedding-пространствами лучше всего справляется с масштабируемостью, следует улучшить структуру модели, построенной на механизме внимания, что должно значительно улучшить результат, а также решить проблему с масштабируемостью.

Одним из популярных методов злоумышленников в ближайшее время будет генерирование спама, с помощью нейронных сетей, т.н. состязательные атаки, однако они слабо изучены [11].

Так как в данной работе использовались собранные датасеты, возникает проблема устаревания методов злоумышленников (спам-письма мало похожи на то, что отсылается сейчас пользователям почты). В дальнейших работах предполагается составление собственного набора данных спам-писем, составленных в соответствии с актуальными методами злоумышленников, например такими как генерирование спама при помощи нейронных сетей, использование состязательных атак и попытки реверс-инжиниринга популярных моделей обработки естественного языка.

Другой проблемой является целесообразность использования сложных, ресурсоемких методов, таких как нейронные сети с Embedding-пространствами или механизмом внимания. Как видно из первой таблицы точность модели с мешком слов и точность модели с Attention-структурой различаются на величину, находящуюся в пределах погрешности, а учитывая проблему масштабирования данная величина становится менее значимой, но время обучения более сложных моделей существенно больше (4–8 минут против 3–10 секунд в модели с мешком слов). В случае с полным обучением нейросети с механизмом внимания может занять несколько дней, однако чаще используется тюнинг существующей модели. Может возникнуть впечатление, что в таком случае бессмысленно использовать современные методы обработки естественного языка, однако это верно лишь для подобных датасетов и против более сложных спам-писем нейронная сеть с BoW будет показывать гораздо худшие результаты.

Дальнейшая работа предполагает улучшение гиперпараметров нейросетей, а также акцентирование на нейронных сетях с механизмом внимания и защиту от состязательных атак.

Список литературы:

1. Спам и фишинг в 2020 году. – URL : <https://securelist.ru/spam-and-phishing-in-2020/100408/> (дата обращения 15.02.2022).
2. NLP At Scale: вся правда о предобученных моделях в Почте Mail.ru. – URL : <https://www.highload.ru/spring/2021/abstracts/6690> (дата обращения 15.02.2022).
3. Email statistics. – URL : <https://ipwarmup.com/> (date of appeal 15.02.2022).
4. Microsoft makes anti-spam changes. – URL : <https://www.gosolis.com/blog/microsoft-makes-anti-spam-changes/> (date of appeal 15.02.2022).
5. Security Week 08: спам в 2020 году. – URL : <https://habr.com/ru/company/kaspersky/blog/543690/> (date of appeal 15.02.2022).
6. Mail Spam: Ham and Spam emails from SpamAssasin. URL : <https://www.kaggle.com/veleon/ham-and-spam-dataset> (date of appeal 15.03.2022).

7. Частикова В.А. Нейросетевой подход к решению задачи построения фоторобота по словесному описанию / В.А. Частикова, С.А. Жерлицын, Я.И. Воля // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2018. – № 8(218). – С. 63–67.
8. Боровская Е.В. Основы искусственного интеллекта : учеб. пособие / Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова. – 4-е изд., электрон. – М. : Лаборатория знаний, 2020. – 130 с. – (Педагогическое образование).
9. Types of Classification Algorithms in Machine Learning. – URL : <https://monkeylearn.com/blog/classification-algorithms/> (date of appeal 15.03.2022).
10. Частикова В.А. Обзор актуальных проблем основных методов фильтрации спама и анализ их эффективности / В.А. Частикова, К.В. Козачек // Ежеквартальный рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ». – 2021. – Вып. 3 (286). – С. 98–105.
11. Aminul Huq, Mst. Tasnim Pervin «Adversarial Attacks and Defense on Texts: A Survey» Dept. of Computer Science & Technology Tsinghua University

УДК 629.1.05

**РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
МОДЕРНИЗИРОВАННОГО СТЕНДА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ГЛАВНЫХ ПЕРЕДАЧ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**



**DEVELOPMENT OF THE BASIC ELECTRICAL SCHEME OF A MODERNIZED
STAND FOR THE MAINTENANCE OF THE MAIN GEARS OF CARGO VEHICLES**

Белецкий В.А.

бакалавр,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Шевцов Ю.Д.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Ниров А.Д.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный технологический университет
nirovaslan@list.ru

Аннотация. В статье был рассмотрен перечень функций, выполнение которых электрической схемой необходимо для правильного функционирования стенда. В соответствии с выведенными функциями была разработана принципиальная электрическая схема управления модернизированным стендом.

Ключевые слова: стенд, техническое обслуживание, главная передача, модернизация, автоматизация, электрическая схема.

Beletskiy V.A.

Undergraduate Student,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Shevtsov Yu.D.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Nirov A.D.

PhD of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
nirovaslan@list.ru

Abstract. The article reviewed the list of functions that the electrical circuit is necessary for the proper functioning of the stand. In accordance with the derived functions, a basic electrical control scheme for the upgraded stand was developed.

Keywords: stand, maintenance, main transmission, modernization, automation, electrical circuit.

Целью данной статьи является разработка принципиальной электрической схемы модернизированного стенда для проведения технического обслуживания главных передач грузовых автомобилей, с учетом основных функций, выполнение которых электрической схемой необходимо для правильного функционирования стенда.

Применение автоматизированного стенда при регулировке и ремонте главных передач в условиях специализированных ремонтных предприятий и крупных автотранспортных предприятий с большим количеством грузовых автомобилей позволит добиться экономической эффективности в эксплуатации за счет повышения производительности труда ремонтных рабочих, сокращения трудозатрат, уменьшения времени нахождения агрегата в ремонте, и, следовательно, сокращения числа ремонтных рабочих [1, 2, 3, 4, 5].

Принципиальная электрическая схема стенда должна выполнять следующие функции:

- управление электродвигателем привода компрессора с защитой от превышения тока и перегрева электродвигателя;
- индикацию аварийных режимов работы компрессора (превышение температуры масла);
- управление электроприводом весового механизма, служащего для измерения вращающего момента при проворачивании ведущей или ведомой шестерни;
- точное измерение величины вращающего момента;
- реверсивное управление приводом поворотного стола.

Электрическая схема стенда должна исключать возможность поворота стола на угол более 90 градусов в каждую сторону и его переворачивания. Для этого в электри-

ческой схеме необходимо предусмотреть блокировку с помощью концевого выключателя.

В качестве электродвигателей применим наиболее распространенные асинхронные трехфазные с короткозамкнутым ротором.

Рекомендованная заводом-изготовителем НПФ «Электропривод» (г. Санкт-Петербург) схема включения и реверсирования приведена на рисунке 1. Резистор и конденсатор, показанные на схеме, находятся в электродвигателе.

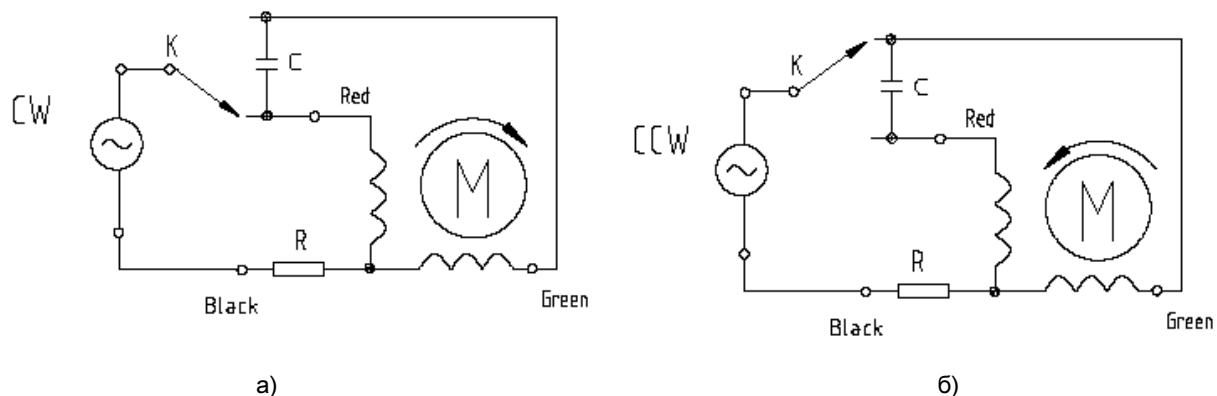


Рисунок 1 – Схема управления электродвигателем 100YN120-2F:

а – вращение вала по часовой стрелке, б – вращение вала против часовой стрелки

Дистанционная схема управления электродвигателями показана на рисунке 2. Она включает управление двигателем компрессора М1, содержащее защиту от токовой перегрузки, управление двигателем поворотного стола М2, содержащее схему включения реверса и защиту от токовой перегрузки, управление двигателем весового механизма М3, содержащее схему включения реверса и защиту от токовой перегрузки, схему блокировки поворота поворотного стола.

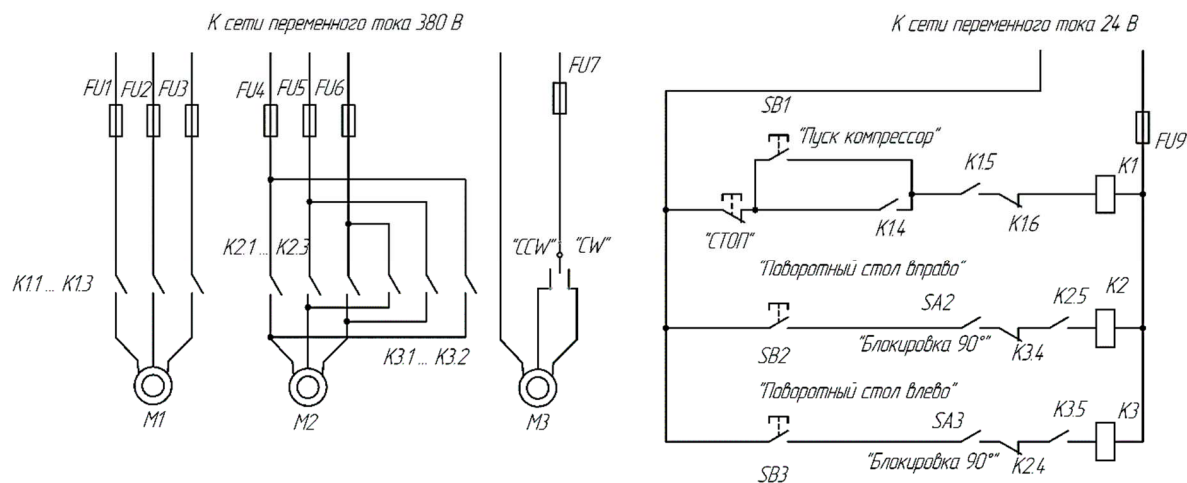


Рисунок 2 – Дистанционное управление электродвигателями стенда для ремонта и регулировки главных передач:

- K1.4, K1.5 – контакты токовой и тепловой защиты электропривода компрессора;
- SA2, SA3 – контакты блокировки поворотного стола при достижении угла поворота 90 градусов;
- K2.4, K3.4 – контакты блокировки одновременного включения кнопок управления поворотным столом;
- K2.5, K3.5 – контакты токовой защиты электропривода поворотного стола

Так же необходимо отметить, что для более полного представления о пятне контакта, существует потребность в измерении вращающего момента на входном валу главной передачи.

Для измерения вращающего момента существует несколько способов, самый простой из которых – определение момента по перемещению опорной плиты электродвигателя на упругих опорах. Такой способ применен, например, в контрольно-

испытательном стенде Э-242 для определения момента, развиваемого электродвигателем.

Таким образом, задача измерения вращающего момента сводится к задаче измерения сопротивления резистора.

Существуют различные способы измерения сопротивления переменного резистора, отличающиеся разной степенью точности. Электрическое сопротивление есть величина, характеризующая противодействие протеканию электрического тока. Активная часть сопротивления может быть измерена на постоянном токе методом амперметра – вольтметра, основанного на законе Ома, или мостовым методом, при котором измеряемое сопротивление сравнивают с известными элементами мостовой схемы.

На рисунке 3 представлена принципиальная схема измерительного моста Уитстона. Это одинарный мост, имеющий четыре плеча из резисторов $R_1 - R_4$, источник питания E и нуль-индикатор НИ. Если сопротивления резисторов таковы, что точки А и В имеют равные потенциалы, то ток через нуль-индикатор отсутствует. В этом случае говорят, что мост уравновешен.

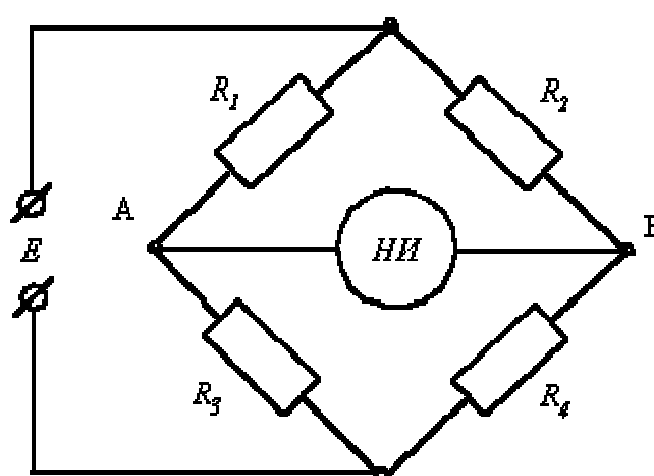


Рисунок 3 – Принципиальная схема резистивного моста постоянного тока

Из рассмотренных методов измерения наиболее простым и точным является мостовой метод. Для применения моста постоянного тока необходимо иметь стабилизированный источник питания, который проще всего выполнить из-за небольшого потребляемого тока на интегральной микросхеме LM7805.

Так же необходимо отметить, что для более полного представления о пятне контакта, существует потребность в измерении вращающего момента на входном валу главной передачи.

Для измерения вращающего момента существует несколько способов, самый простой из которых – определение момента по перемещению опорной плиты электродвигателя на упругих опорах. Такой способ применен, например, в контрольно-испытательном стенде Э-242 для определения момента, развиваемого электродвигателем.

Таким образом, задача измерения вращающего момента сводится к задаче измерения сопротивления резистора.

Существуют различные способы измерения сопротивления переменного резистора, отличающиеся разной степенью точности. Электрическое сопротивление есть величина, характеризующая противодействие протеканию электрического тока. Активная часть сопротивления может быть измерена на постоянном токе методом амперметра – вольтметра, основанного на законе Ома, или мостовым методом, при котором измеряемое сопротивление сравнивают с известными элементами мостовой схемы.

Для измерения вращающего момента существует несколько способов, самый простой из которых – определение момента по перемещению опорной плиты электродвигателя на упругих опорах. Такой способ применен, например, в контрольно-испытательном стенде Э-242 для определения момента, развиваемого электродвигателем.

Таким образом, задача измерения вращающего момента сводится к задаче измерения сопротивления резистора.

Предлагаемая принципиальная электрическая схема стэнда приведена на рисунке 4.

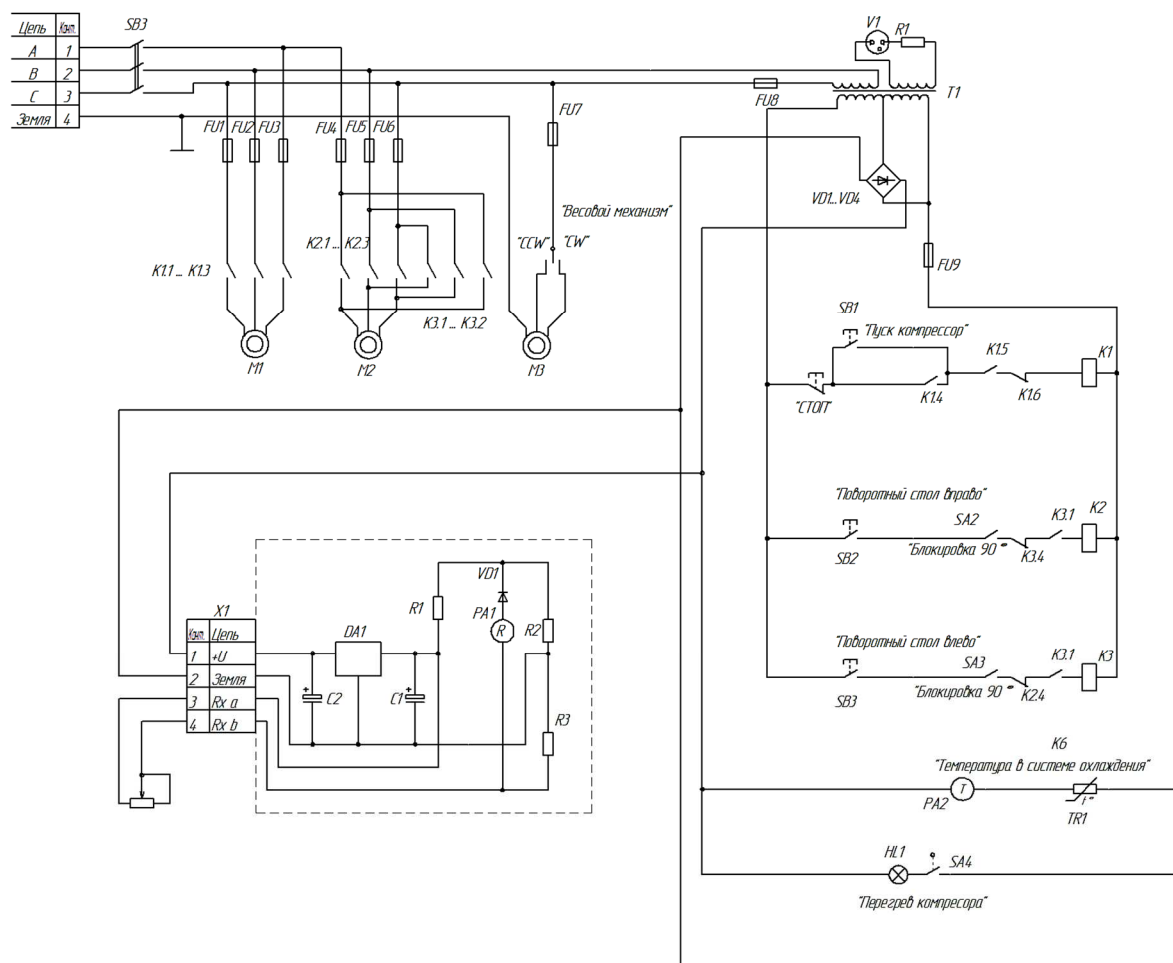


Рисунок 4 – Разработанная принципиальная электрическая схема модернизированного стэнда для технического обслуживания главных передач грузовых автомобилей

Заключение. В результате проделанной работы была разработана принципиальная схема, управляющая модернизированным стэндом для технического обслуживания главных передач грузовых автомобилей. Были обоснованы инженерные решения, применяемые в данной схеме.

Список литературы:

1. Юрковский И.М. Автомобиль КАМАЗ. Устройство, техническое обслуживание, эксплуатация / И.М. Юрковский, В.А. Толпыгин. – М. : ДОСААФ, 1994. – 406 с.
2. Технические средства диагностирования. Справочник / В.В. Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук [и др.]; Под общ. ред. В.В. Клюева. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.
3. Справочная книга радиолюбителя-конструктора / А.А. Бокуняев, Н.М. Борисов, Р.Г. Варламов [и др.]; Под ред. Н.И. Чистякова. – М. : Радио и Связь, 1990. – 624 с.
4. Электротехнический справочник : в 3-х т. Т. 2-й: Электротехнические изделия и устройства. / Под ред. И.Н. Орлова. – 7-е изд. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 712 с.
5. Белецкий В.А. Обоснование модернизации конструкции стэнда для технического обслуживания главных передач грузовых автомобилей / В.А. Белецкий, Ю.Д. Шевцов, А.Д. Ниров // Механика, оборудование, материалы и технологии: IV Международная научно-практическая конференция, Краснодар, 25–26 ноября 2021 года. – Краснодар : Общество с ограниченной ответственностью «ПринтТерра», 2021. – С. 536–542.

УДК 621.43

**ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ДВС
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТУРБОНАДДУВА**



THE PRINCIPLE OF OPERATION OF TURBOCHARGING

Белецкий В.А.

бакалавр,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Шевцов Ю.Д.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Ниров А.Д.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный технологический университет
nirovaslan@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрены назначение, принцип работы турбонаддува, его основные виды, особенности эксплуатации и управления параметрами двигателя с турбонаддувом, а также достоинства и недостатки турбонаддува и возможные пути его совершенствования.

Ключевые слова: турбонаддув, турбина, особенности эксплуатации, неисправности, турбокомпрессор, турбояма, интеркулер.

Beletskiy V.A.

Undergraduate Student,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Shevtsov Yu.D.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Nirov A.D.

PhD of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
nirovaslan@list.ru

Abstract. The article discusses the purpose, the principle of operation of turbocharging, its main types, features of operation of the turbocharger, as well as the advantages and disadvantages of turbocharging and possible ways to improve it.

Keywords: turbocharging, turbine, operating features, malfunctions, turbocharger, turbojama, intercooler.

Одной из причин применения наддува в двигателях внутреннего сгорания является необходимость увеличения их мощности при неизменных размерах цилиндра.

Возникающие при этом особенности, сложности и ограничения приводят к необходимости разработки эффективной системы управления наддувом. Поэтому задачи, связанные с разработкой, особенностями конструкции и управлением в процессе эксплуатации элементами, входящими в систему наддува, являются актуальными.

В настоящее время наддув как способ увеличения мощности ДВС различного назначения применяется достаточно широко. Однако во всех случаях существует необходимость оптимизации вопросов управления агрегатами, обеспечивающими наддув. В связи с этим целью аналитического обзора особенностей применения систем наддува в ДВС различного назначения является обозначение основных направлений совершенствования систем управления параметрами двигателя при наддуве, оценка необходимых ограничений и выработка рекомендаций в вопросах повышения эффективности этих систем.

Описание и принцип работы систем наддува двигателя

Согласно существующей классификации различают три основных вида наддува:

1. Наддув с механическим приводом
2. Турбонаддув – за счет энергии отработавших газов
3. Комбинированный наддув.

Среди всех возможных вариантов наддува двигателя внутреннего сгорания наибольшее распространение получил турбонаддув, в котором воздух подается в цилиндры при помощи специального устройства – турбокомпрессора (турбины).

Принцип работы системы турбонаддува заключается в следующем:

Отработавшие газы двигателя, проходя через турбокомпрессор, раскручивают турбинное колесо (рис. 1).

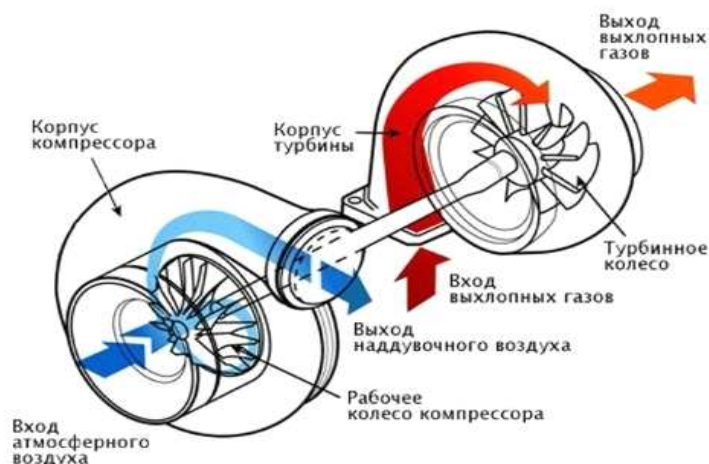


Рисунок 1 – Принцип работы турбонаддува

Вращение турбинного колеса передается компрессорному, поскольку они закреплены на одном валу.

Компрессор сжимает воздух, поступающий из воздухозаборника, и направляет его на впуск в цилиндры двигателя.

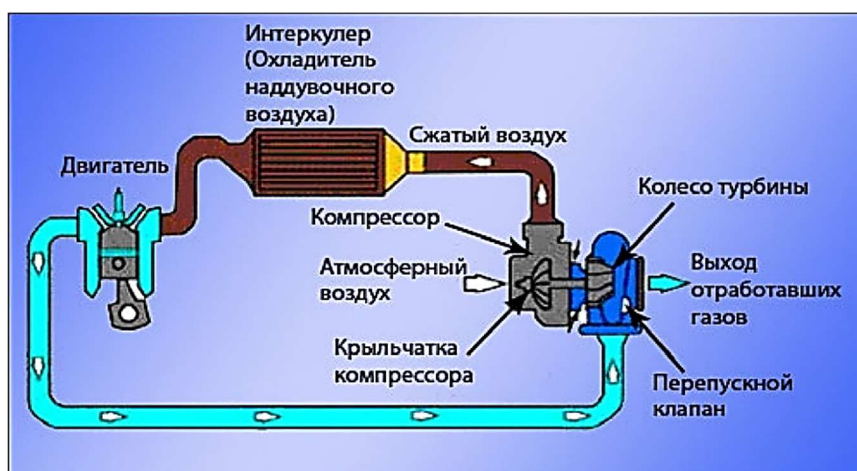


Рисунок 2 – Состав системы турбонаддува

Из термодинамических законов известно, что при сжатии рабочего тела повышается его температура, что не желательно, поскольку уменьшается плотность воздуха, поступающего от компрессора в цилиндр двигателя, а, следовательно, и его масса. Исходя из этого в турбонаддувочной системе необходимо предусмотреть промежуточное охлаждение. Эту функцию в системе турбонаддува выполняет интеркулер. На рисунке 2 представлена схема системы турбонаддува

В состав системы турбонаддува входят следующие элементы:

- воздухозаборник;
- воздушный фильтр;
- впускной коллектор – распределяет воздух по цилиндрам;
- соединительные патрубки – необходимы для крепления элементов системы между собой;
- система управления.

Система управления представляет собой достаточно сложную систему включающую измерительные, исполнительные и электронные управляющие элементы. В нее входят следующее оборудование:

- дроссельная заслонка – регулирует подачу воздуха на впуске;
- турбокомпрессор – повышает давление воздуха во впускной системе. Состоит из турбинного и компрессорного колес;

- интеркулер – охлаждает воздух, способствуя лучшему наполнению цилиндров и снижению вероятности детонации;
- датчики давления – фиксируют давление наддува в системе;
- регулировочный клапан (wastegate), предназначенный для поддержания заданного давления в системе и сброса давления в приёмную трубу);
- перепускной клапан (bypass valve – для отвода наддувочного воздуха обратно во впускные патрубки до турбины в случае закрытия дроссельной заслонки);
- «сравливающий» клапан (blow-off valve – для сброса наддувочного воздуха в атмосферу с характерным звуком, в случае закрытия дроссельной заслонки, при условии отсутствия датчика массового расхода воздуха);
- выпускной коллектор, совместимый с турбокомпрессором.

Ряд перечисленных элементов приводится в движение пневмо- или электроприводами, которые после считывания информации с датчиков давления в свою очередь управляются электронным блоком управления.

На практике турбонаддув применяется как на двигателях, использующих дизельное топливо, так и на бензиновых. Однако наиболее часто эта система встречается именно на дизельном двигателе, поскольку для них характерна высокая степень сжатия, меньшая температура выхлопа и низкие обороты коленчатого вала. Более высокая степень сжатия обеспечивает повышение мощности турбированного двигателя и увеличивает его КПД.

В бензиновых двигателях температура отработавших газов выше, что может спровоцировать эффект детонации, приводящий к быстрому износу поршневой группы. Для предотвращения этого явления необходимо использовать бензин с более высоким октановым числом, что не всегда является экономически выгодным.

Особенности эксплуатации турбированных двигателей, связанных с инерционностью системы.

При эксплуатации ДВС с турбонаддувом возникают ряд проблем, которые могут решаться различными способами.

Первая проблема.

На режимах разгона автомобиля в силу инерционности системы возникает явление, получившее название «турбояма». Сущность явления заключается в следующем:

При движении автомобиля с небольшой постоянной скоростью турбина вращается в соответствующем режиме. При резком нажатии на педаль ускорения в цилиндры двигателя подается больше топлива. После его сгорания образуются отработавшие газы, которые перетекая с высоким давлением воздействуют на турбину и увеличивают мощность двигателя. Однако происходит это с некоторой временной задержкой.

Таким образом, между моментом нажатия на педаль и фактическим ускорением автомобиля присутствует некоторая временная задержка – «турбояма». Также данное явление проявляется в виде недостатка крутящего момента на малых оборотах двигателя.

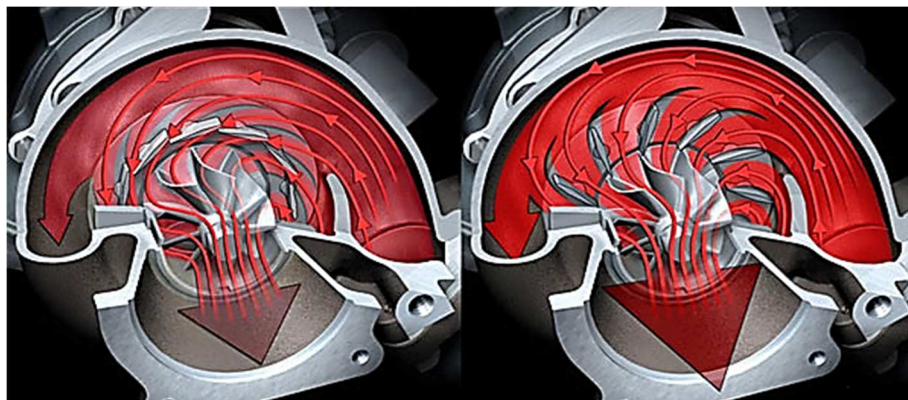


Рисунок 3 – Турбояма

После выхода из «турбоямы» резко повышается давление наддува («турбоподхват»).

Явление «турбоямы» обусловлено инерционностью системы, т.е. давление воздуха создаваемое турбиной на малых оборотах, до 3000 об/мин. недостаточно что бы обеспечить нужным количеством воздуха заряд в цилиндре двигателя.

Вопросы и способы, связанные с избавлением от явления «турбоямы» можно отнести к вопросам управления турбонаддувом. Существуют различные способы решения этой проблемы:

1. Разработка турбины с изменяемой геометрией. В ее конструкции предусматривает изменение сечения входного канала. За счет этого выполняется регулирование потока отработавших газов.

2. Использование двух турбокомпрессоров, установленных последовательно (Twin Turbo). На каждый режим работы (обороты двигателя) предусматривается свой компрессор.

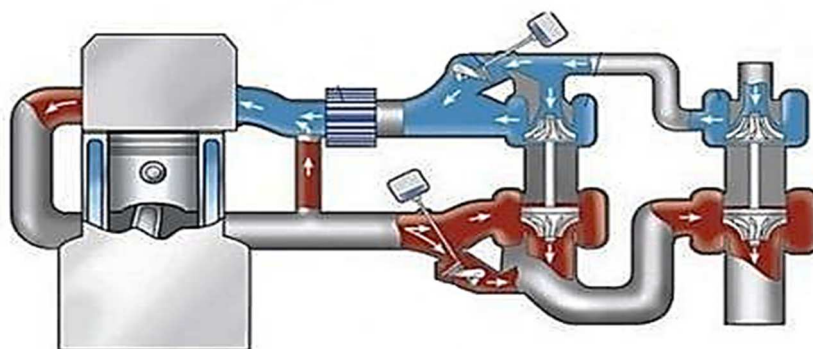


Рисунок 4 – Два турбокомпрессора, на разные режимы работы двигателя

3. Использование двух турбокомпрессоров, установленных параллельно (Bi Turbo). Схема разбиения на две турбины снижает инерцию системы, и турбояма становится не так ощутима.

4. Комбинированный наддув. Устройство предусматривает и механический, и турбонаддув. Первый включается при низких оборотах, второй при высоких.

Вторая проблема, связанная с инерционностью.

Другой стороной инерционности системы с турбокомпрессором является необходимость снижать обороты постепенно. Нельзя резко выключать зажигание после того, как двигатель работал на высоких оборотах. Это обусловлено тем, что подшипники будут продолжать вращение, а поскольку масло не будет подаваться в систему – возникнет неблагоприятный режим трения. Он, в свою очередь, приведет к увеличению механического, а, следовательно и эффективного К.П.Д. двигателя и спровоцирует быстрый износ вала турбины.



Рисунок 5 – Турботаймер

В общей системе управления для решения этой проблемы применяется турботаймер. Это устройство устанавливается на приборной панели и подключается в цепь зажигания. После выключения зажигания ключом система запускает таймер, который

останавливает двигатель спустя некоторое время, давая возможность турбине снизить обороты до приемлемых значений.

Выводы.

Таким образом проведенные обзорные исследования и сравнительная оценка основных показателей ДВС различного назначения с турбонаддувом и без него позволяет сделать следующие выводы:

1. Турбонаддув является наиболее эффективной системой повышения мощности двигателя.

2. У ДВС с турбонаддувом можно отметить следующие достоинства:

– энергия сжигаемого топлива используется эффективней, что приводит к увеличению КПД;

– уменьшается удельный эффективный расход топлива (грамм на киловатт-час, г/ (кВт·ч)), что позволяет на 5–20 % экономить топливо

– увеличивается литровая мощность (мощность, снимаемая с единицы объема двигателя – кВт/л), что даёт возможность увеличить мощность небольшого двигателя без увеличения оборотов до 40 %

3. Применение турбонаддува позволяет снизить токсичность отработавших газов и уменьшить шум работы двигателя, т.к. турбокомпрессор сам по себе является глушителем шума в системе выпуска.

5. На высокогорных дорогах такие двигатели работают более стабильно и с меньшими потерями мощности, чем их атмосферные аналоги.

Сравнительный анализ также показал, что турбонаддув имеет ряд недостатков, от которых необходимо избавляться за счет конструктивного совершенства и совершенства системы управления двигателем.

Недостатки и возможные пути совершенствования:

1. Возможность возникновения детонации в бензиновых двигателях.

Для снижения вероятности детонации, необходимо понижать степень сжатия в цилиндрах двигателя и использовать топливо высокооктановых марок.

2. Другим недостатком является необходимость использования интеркулера – промежуточного охладителя нагнетаемого воздуха, чтобы после нагрева в турбине его плотность не снижалась.

3. Применение турбонаддува влечет за собой использование высокопрочных материалов для деталей выпускной системы, корпусных элементов компрессора и лопаток турбины, из-за высокой температуры, возникающей в ходе рабочего процесса.

Все выше перечисленные недостатки несут за собой соответствующие расходы на изготовление и эксплуатацию двигателя.

Список литературы:

1. Принцип работы турбонаддува. – URL : <https://www.drive.ru/technic/4efb330200f11713001e3303.html>
2. Метод повышения литровой мощности ДВС с использованием газодинамического наддува / В.В. Бокатов, А.Д. Ниров, Ю.Д. Шевцов, В.В. Куюков // 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. 486–491.
3. Особенности повышения литровой мощности ДВС с использованием различных способов наддува / В.С. Хворостов, Ю.Д. Шевцов, А.Д. Ниров, Л.Н. Дудник // 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. 478–485.
4. Анализ методов повышения литровой мощности ДВС / А.А. Пчегатлук, А.Д. Ниров, Ю.Д. Шевцов, В.В. Куюков // 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. 473–478.

УДК 621.43

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ



COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BUILT-IN CAR DIAGNOSTIC SYSTEMS

Кузнецов К.Г.

Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Шевцов Ю.Д.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Федотов Е.С.

Кубанский государственный технологический университет
nirovaslan@list.ru

Аннотация. В данной статье описывается системы встроенной диагностики автомобилей, и ее виды. Проведен анализ современных систем самодиагностирования, выявлены их недостатки и найдены возможные пути повышения эффективности работы систем встроенного диагностирования.

Ключевые слова: автомобиль, самодиагностики, бортовая диагностика, контроль параметров, автомобильный шлюз, интегрированная система самодиагностики.

Kuznetsov K.G.

Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Shevtsov Yu.D.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Fedotov E.S.

Kuban State Technological University
nirovaslan@list.ru

Abstract. This article describes the built-in car diagnostics systems, including the history of their creation and types. The analysis of modern self-diagnostics systems is carried out, their shortcomings are revealed and possible ways of increasing the efficiency of the built-in diagnostics systems are found.

Keywords: car, self-diagnostics, on-board diagnostics, parameter control, vehicle gateway, integrated self-diagnostics system.

Система самодиагностики – это алгоритм, целью которого является проверка работоспособности систем автомобиля и их общей готовности к работе в целом. Развитие и внедрение таких систем в транспортные силовые установки, энергетические установки и автомобили является актуальной задачей.

Системы самодиагностики обеспечивают постоянный автоматический контроль технического состояния двигателя и других агрегатов, и в случае появления неисправностей, они информируют водителя об этом при помощи специальных индикаторов [1, 5]. В процессе обслуживания и ремонта автомобилей системы самодиагностики обеспечивают быструю проверку параметров, характеризующих работоспособность и правильность функционирования различных сложных систем и компонентов автомобиля, управляемых электронными блоками (ЭБУ). Их отличительная особенность в том, что они являются дополнительным функциональным элементом ЭБУ, созданных на базе микропроцессоров. В связи с этой особенностью аппаратная часть бортового оборудования систем самодиагностики относительно проста и включает главным образом индикацию для водителя и коннектор для подключения внешнего прибора. Большое значение для эффективной работы систем самодиагностики имеет программное обеспечение, при помощи которого выполняется анализ диагностических параметров и различные логические и арифметические операции, а также хранение и передача необходимой информации.

Важной функцией систем самодиагностики является снижение вредного воздействия автомобилей на окружающую среду путем контроля параметров технического состояния систем, влияющих на его экологическую безопасность. Системы самодиагностики являются разновидностью бортовых или встроенных систем диагностирования.

Системы самодиагностики первого поколения могли определять и запоминать относительно небольшое количество неисправностей (до 30). Более поздние версии ЭБУ были усовершенствованы и стали распознавать до 100 и более неисправностей.

Рост количества распознаваемых неисправностей происходит за счет следующих мероприятий:

- за счет увеличения количества проверяемых цепей. При развитии конструкций агрегатов появляются новые компоненты, подключаемые к контроллеру. Так, с введением экологических стандартов Евро-1 – Евро-5, производители автомобилей стали устанавливать сначала один датчик концентрации кислорода, а затем два датчика концентрации кислорода (до и после каталитического нейтрализатора), а также датчик оксидов азота; соответственно контроль за их работой был включен в функции самодиагностики, и появились дополнительные коды неисправностей для этих датчиков;
- за счет введения кодов, уточняющих характер неисправностей. К примеру, неисправность датчика концентрации кислорода может быть зафиксирована одним общим кодом – неверный сигнал датчика, а также четырьмя уточняющими кодами (низкий уровень сигнала, высокий уровень сигнала, нет отклика при обогащении смеси, нет отклика при обеднении смеси);
- за счет введения программного обеспечения, определяющего логическим путем неправдоподобные сигналы. Система самодиагностики проверяет изменение сигнала в течении периода времени, если сигнал не изменяется, в противоречии обычному характеру работы данного датчика, то будет зафиксирована неисправность. В других случаях неправдоподобность может быть выявлена сопоставлением разных сигналов, например, если обороты возрастают и датчик положения дроссельной заслонки указывает на открытую дроссельную заслонку, а сигнал датчика массового расхода топлива не меняется или эти изменения неадекватны, то запишется код соответствующей неисправности.

Индикаторы неисправности.

Наиболее простыми средствами вывода информации персоналу, осуществляющему обслуживание и ремонт автомобилей, являются индикаторы, обеспечивающие «медленный вывод» кодов неисправностей. Индикаторы медленного вывода представляют собой лампы или светодиоды, передающие информацию «блинк-кодами» (последовательностью вспышек-миганий).

Контрольная лампа неисправностей может подать три различных типа сигнала:

– кратковременное включение. Такое включение характерно для непостоянных, случайных или неявных неисправностей (Occasional flashes show momentary malfunctions). При однократной регистрации ошибки система диагностики заносит ее в память, но контрольная лампа может не включаться. Как правило, если проблема возникает в течение трех драйв-циклов, то контрольная лампа должна загораться. Если при последующей работе три последовательных драйв-цикла не выявляют неисправности, то лампа гаснет. Обычно драйв-циклом считается процесс, при котором холодный двигатель запускается и работает до достижения нормальной рабочей температуры. В течении этого процесса должны быть выполнены все бортовые тестовые процедуры, относящиеся к эмиссии газов.

– постоянное включение лампы. Лампа остается включенной постоянно в случае, когда неисправность относится к разряду постоянно активных (Active), а также в случае неисправностей, затрагивающих эмиссию вредных веществ или безопасность автомобиля.

– постоянное мигание MIL является признаком проблемы, которая может привести к серьезной поломке двигателя, если он не будет остановлен незамедлительно.

Коды неисправности EOBД.

Каждый код неисправности EOBД состоит из пяти символов. Буква предшествует четырем цифрам. Она указывает на систему автомобиля, с которой связан данный код, например, трансмиссия. Далее следует цифра 0, если речь идет о стандарте EOBД. Поэтому данный код выглядит как P0xxx.

Следующий символ связан с подсистемой автомобиля.

P00xx – топливная и воздушная системы, дополнительные системы контроля токсичности

P01xx – топливная и воздушная системы т.д.

Использование нейронных сетей.

В настоящее время внедрение искусственных нейронных сетей программного и аппаратного обеспечения создаются специализированными моделями и устройствами.

Это позволяет решать широкий спектр задач – например, диагностика автомобиля на основе применения алгоритмов распознавания по эталону [2–4].

Отличительным свойством нейронных сетей является их способность учиться, используя экспериментальные данные предметной области. В отношении системы самодиагностики транспортного средства экспериментальные данные представлены в виде множественных исходных характеристик или параметров объекта и предоставляются на основе их диагностики, точность которых достаточно высока.

Однако нейронные сети пока находятся в процессе изучения, и их применение в автомобилях пока не безопасно.

Рост количества распознаваемых неисправностей происходит за счет следующих мероприятий:

- за счет увеличения количества проверяемых цепей. При развитии конструкций агрегатов появляются новые компоненты, подключаемые к контроллеру. Так, с введением экологических стандартов Евро-1 – Евро-5, производители автомобилей стали устанавливать сначала один датчик концентрации кислорода, а затем два датчика концентрации кислорода (до и после каталитического нейтрализатора), а также датчик оксидов азота; соответственно контроль за их работой был включен в функции самодиагностики, и появились дополнительные коды неисправностей для этих датчиков;

- за счет введения кодов, уточняющих характер неисправностей. К примеру, неисправность датчика концентрации кислорода может быть зафиксирована одним общим кодом – неверный сигнал датчика, а также четырьмя уточняющими кодами (низкий уровень сигнала, высокий уровень сигнала, нет отклика при обогащении смеси, нет отклика при обеднении смеси);

- за счет введения программного обеспечения, определяющего логическим путем неправдоподобные сигналы. Система самодиагностики проверяет изменение сигнала в течении периода времени, если сигнал не изменяется, в противоречии обычному характеру работы данного датчика, то будет зафиксирована неисправность. В других случаях неправдоподобность может быть выявлена сопоставлением разных сигналов, например, если обороты возрастают и датчик положения дроссельной заслонки указывает на открытую дроссельную заслонку, а сигнал датчика массового расхода топлива не меняется или эти изменения неадекватны, то запишется код соответствующей неисправности.

Таким образом, проведенный обзор и сравнительный анализ различных способов самодиагностики показал наибольшую эффективность предлагаемой для применения и дальнейшего исследования «Интегрированную систему самодиагностики (ИСС) на основе шлюза IoT и Deep knowledge», которая собирает информацию с датчиков автономного транспортного средства, диагностирует себя и влияние между частями с помощью глубокого обучения и информирует водителей о результате. При проведении математического моделирования было также выявлено, что ИСС улучшает время передачи по сравнению с существующим протоколом в автомобиле, а улучшенная скорость анализа повышает его точность. Проанализированная точность ответа ДПМ составила 99 %. Это является подтверждением того, что предлагаемая ИСС лучше существующих методов диагностики транспортных средств.

Интегрированная система самодиагностики

Для снижения вероятности получения ошибочных результатов предлагается использовать интегрированную систему самодиагностики (ИСС) на основе шлюза передачи информации IoT, которая собирает информацию с датчиков автономного транспортного средства, диагностирует себя и влияние между частями и информирует водителей о результате. ИСС состоит из 3 модулей.

Первый модуль in-Vehicle Gateway Module (In-VGM) собирает данные от датчиков в автомобиле, мультимедийные данные, такие как черный ящик и радар при вождении, а также управляющие сообщения транспортного средства и передает все данные, собранные через каждую сеть контроллера (CAN), протокол FlexRay и Media Oriented Systems Transport (MOST), в бортовую диагностику (OBD) или исполнительные механизмы. Данные, собранные с датчиков в автомобиле, передаются по протоколу CAN или FlexRay, а мультимедийные данные при вождении передаются в протокол MOST. Различные типы сообщений, передаваемых таким образом, преобразуются в тип сообщений протокола назначения.

Второй оптимизированный Deep knowledge (ODLM) создает набор обучающих данных на основе данных, собранных с датчиков в автомобиле, и объясняет риск деталей и расходных материалов транспортного средства и риск других частей, на которые влияет дефектная деталь. Он диагностирует риск общего состояния транспортного средства.

Третий модуль обработки данных (DPM), основанный на Edge Computing, имеет службу самодиагностики на основе периферийных вычислений (ECSS) для повышения скорости самодиагностики и снижения накладных расходов на систему, в то время как служба оповещения об авариях на основе (VANS) информирует водителя о результатах самодиагностики, проанализированных ИСС.

Для предотвращения получения ошибочных результатов ИСС делает три замера одного и того же параметра и на основе среднего арифметического числа программа решает ошибочная это ошибка или нет.

Путем запуска математической модели было выявлено, что ИСС в большинстве случаев имеет меньшее количество ошибочных результатов в сравнении с другими системами диагностирования.

Результаты математического моделирования представлены на рисунке 1.

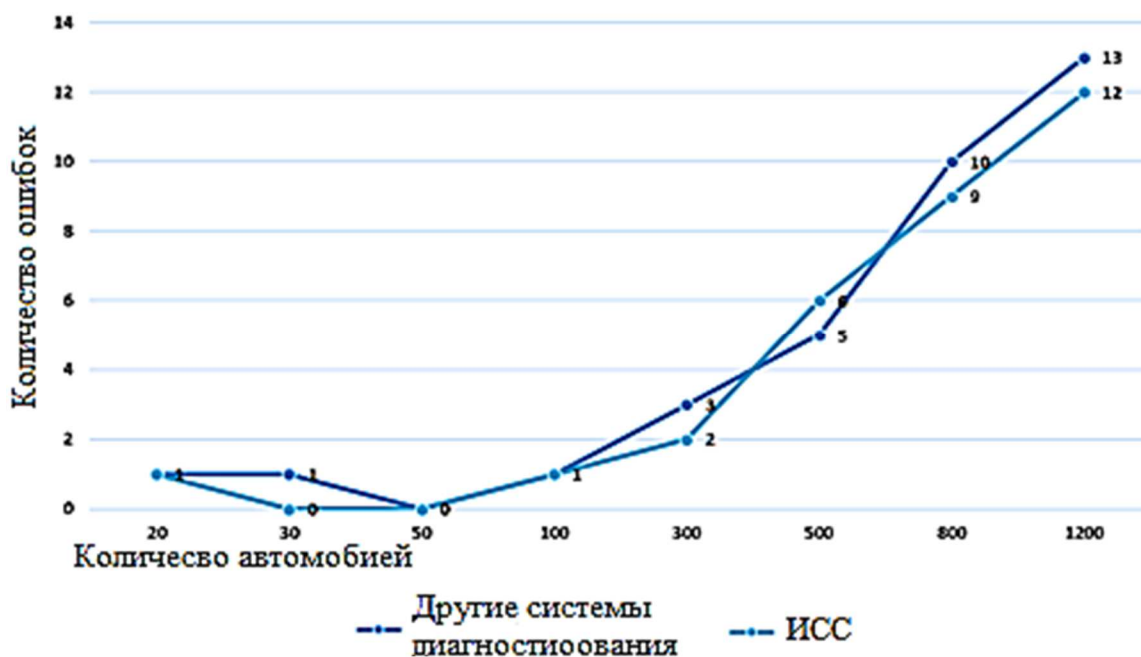


Рисунок 1 – Сравнение количества ошибочных результатов систем диагностирования на основании различных протоколов

Выводы. Таким образом, проведенный обзор и сравнительный анализ различных способов самодиагностики показал наибольшую эффективность предлагаемой для применения и дальнейшего исследования «Интегрированную систему самодиагностики (ИСС) на основе шлюза IoT и Deep knowledge», которая собирает информацию с датчиков автономного транспортного средства, диагностирует себя и влияние между частями с помощью глубокого обучения и информирует водителей о результате. При проведении математического моделирования было также выявлено, что ИСС улучшает время передачи по сравнению с существующим протоколом в автомобиле, а улучшенная скорость анализа повышает его точность. Проанализированная точность ответа ДПМ составила 99 %. Это является подтверждением того, что предлагаемая ИСС лучше существующих методов диагностики транспортных средств.

Список литературы:

1. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля : учеб. пособие. – М. : СОЛОН – Пресс, 2003. – 272 с.
2. Кацуба Ю.Н. Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования технического состояния изделий / Ю.Н. Кацуба, Л.В. Григорьева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 3(45). – Ч. 2. – С. 19–21.

3. Ludermir T.B. An Optimization Methodology for Neural Network Weights and Architectures». IEEE Transactions on Neural Networks / T.B. Ludermir, A. Yamazaki, C. Zanchettin. – 2006. – Vol. 17. № 6. – P. 1452–1459.
4. Osovski S. Neural networks for information processing / S. Osovski; Transl. from Polish by I.D. Rudinsky. – М. : Finances and statistics, 2002. – 344 p.
5. Способ оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания / В.М. Козицкий, М.П. Лысенко, Ю.Д. Шевцов. Авторское свидетельство SU 1814044 A1, 07.05.1993. Заявка № 4906505 от 31.01.1991.
6. Патент на изобретение № 2259549 / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, Н.В. Василенко, М.П. Лысенко, В.В. Кокорев, Р.А. Дьяченко. Способ оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания. Опубликовано 27.08.05. Бюллетень № 24.

УДК 621.43

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК**



**INVESTIGATION OF ISSUES ON IMPROVING
THE DIAGNOSIS OF HYBRID POWER PLANTS**

Смолин П.И.

магистрант,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Шевцов Ю.Д.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Дудник Л.Н.

кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный технологический университет
lududnik@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены различные способы диагностирования силовых установок гибридных систем (Hybrid). Проанализированы составляющие силовых установок гибридных автомобилей. Также представлены этапы диагностирования двигателя внутреннего сгорания и электрической силовой установки автомобиля.

Ключевые слова: гибридный автомобиль, силовая установка, двигатель внутреннего сгорания, электродвигатель, диагностика.

Smolin P.I.

Master's Student,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Shevtsov Yu.D.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Dudnik L.N.

PhD of Technical Sciences,
Associate Professor,
Kuban State Technological University
lududnik@mail.ru

Abstract. This article discusses various ways of diagnosing power plants of hybrid systems (Hybrid). The components of power plants of hybrid cars are analyzed. The stages of diagnostics of the internal combustion engine and the electric power plant of the car are also presented.

Keywords: hybrid car, power plant, internal combustion engine, electric motor, diagnostics.

В настоящее время гибридные силовые установки(ГСУ) как в автомобильной отрасли так и в авиации набирают все большую популярность. Исследования и внедрение ГСУ направлено на внедрение их в отрасли автомобилестроения и авиастроения взамен стандартным автомобилям с двигателем внутреннего сгорания, а в авиации самолетов с газотурбинными двигателями.

Связано это с тем, что некоторые гибридные силовые установки являются более экономичными, экологичными и многофункциональными. Однако вопросы, связанные с диагностикой, техническим обслуживанием и ремонтом этих установок проработаны еще недостаточно. Поэтому анализ особенностей конструкции существующих ГСУ и вопросы диагностики их технического состояния являются перспективной и актуальной задачей.

Анализ вариантов исполнений гибридных силовых установок

Использование гибридных силовых установок в автомобилях [1].

В автомобильных гибридных силовых установках (ГСУ) сочетается два источника энергии, это ДВС и ТЭД (Тяговый электродвигатель), с целью использования преимуществ каждого. Такая система полностью автономна и не требует внешней подзарядки. Обладает следующими особенностями:

1. Рекуперация энергии и повторное ее использование. Энергия, которая в обычном случае потеряется в виде теплоты во время снижения оборотов ДВС и торможения, рекуперирована в электрическую, которая будет использоваться стартером и ТЭД.

2. Мотор-помощник. ТЭД помогает ДВС во время набора скорости.

3. Высокоэффективное управление работой. Система увеличивает КПД автомобиля, используя ТЭД, чтобы приводить в его движение во время разгона, и получать электроэнергию в режимах, когда эффективность ДВС будет высокой.

Известны три варианта гибридных силовых установок: последовательная, параллельная и последовательно-параллельная.

Последовательная схема. ДВС работает в качестве генератора в режиме минимального расхода топлива. Выработанная генератором электроэнергия используется ТЭД, либо поступает в накопитель энергии и на ТЭД, либо только в накопитель. ТЭД используется во всем диапазоне, а также рекуперировывает энергию торможения. Достоинствами последовательной схемы являются: возможность работы первичного двигателя (ДВС) в постоянном режиме минимального расхода топлива, простота управления силовой установкой. К недостаткам следует отнести слишком малый КПД системы преобразования энергии от двигателя внутреннего сгорания до приводных колес.

Параллельная схема. ДВС и ТЭД, питаемый от аккумуляторной батареи (АБ) через трансмиссию, связаны с ведущими колесами. Преимуществом параллельной схемы является более высокий, по сравнению с последовательной системой, КПД передачи энергии от ДВС, и возможность применения одной электромашин вместо двух [2].

Недостаток – обязательное усложнение трансмиссии для обеспечения отбора (подвода) мощности электрической машины, отход первичного двигателя от режима минимального расхода топлива при регулировании скорости движения транспортной машины и определенное усложнение системы управления трансмиссией.

Последовательно-параллельная схема. Эта система сочетает и последовательную, и параллельную с целью использования преимуществ обеих. Она имеет два двигателя, и, исходя из потребностей, использует только ТЭД или всю ГСУ для повышения эффективности. В дальнейшем, когда это необходимо, система приводит в движение колёса, одновременно вырабатывая электричество, задействовав генератор. В последовательно-параллельном гибриде (Toyota Hybrid System), планетарный делитель мощности разделяет силовой поток, идущий от двигателя так, что соотношение мощности, поступающей непосредственно на колёса, и идущей на генератор может плавно изменяться [3].

Использование гибридных силовых установок в авиации

Гибридная система, включающая в себя газотурбинный двигатель и электродвигатель.

Рассматривая различные исполнения гибридов, можно выделить систему газотурбинного двигателя, работающего совместно с электродвигателем, который обеспечивает энергией все электрические системы транспорта, на котором применена данный вариант исполнения.

United Technologies Corporation (UTC) также ведет разработки в сфере гибридных авиадвигателей и их установки на различные летательные аппараты. В частности, корпорация представила «проект 804» – демонстратор легкого турбовинтового самолета Dash 8 канадской компании Bombardier, у которого вместо одного из двигателей установлена ГСУ мощностью 2 МВт, состоящей из газотурбинного и электродвигателя. В настоящее время образец проходит ряд испытаний. Примечательно, что наиболее важной заявленной целью «проекта 804» является снижение расходов топлива и повышение экономической эффективности перевозок. По данным компании, самолет, оснащенный ГСУ, позволит перевозить от 30 до 50 пассажиров на дистанции от 200 до 250 морских миль (370–463 км) и совершать полет в течение одного часа.

Отечественный производитель тоже ведет разработки в этой области. Проект по созданию демонстратора отечественной ГСУ, предназначенной для летательных аппаратов, был инициирован ОДК в августе 2020 года, головным исполнителем и разработчиком было определено АО «ОДК-Климов» (входит в ОДК госкорпорации «Ростех»). Демонстратор гибридной установки последовательной схемы мощностью 500 кВт (680 л.с.) будет создан на базе двигателя ВК-650В [4].

МАКС-2021 корпорация представила макет отечественной ГСУ на базе легкого беспилотного летательного аппарата (БЛА). ГСУ состоит из мощного электродвигателя и газотурбинного двигателя.

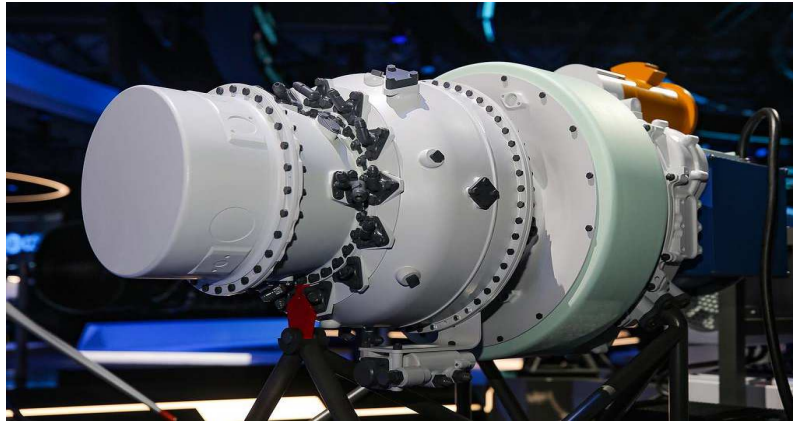


Рисунок 1 – Макет отечественной ГСУ на базе легкого беспилотного летательного аппарата

Методы диагностики ГСУ

Основным средством технического диагностирования (СТД) гибридных силовых установок автомобилей и авиадвигателей, как и любого современного автомобиля, является бортовая система диагностирования, диагностический сканер для считывания информации о неисправностях и текущих значениях параметров элементов ГСУ

Системы диагностирования ДВС и ГТД достаточно хорошо известны и проработаны. Поэтому в статье остановимся на особенностях диагностики второй части ГСУ, а именно электродвигателях.

Основные неисправности электродвигателя ГСУ и их диагностика

Электродвигатели – самые распространенные приводы современных технологических машин, объективный контроль и анализ текущего технического состояния машины в целом не возможен без точных данных о состоянии электродвигателей.

Современные средства контроля и диагностики, базирующиеся на измерении параметров вибрации, дают возможность контролировать состояние как механической, так и электромагнитной систем электродвигателя. Анализ частотных составляющих вибрации, позволяет распознавать основные неисправности электрических цепей и электромагнитной системы электродвигателя на ранней стадии развития дефектов.

Несимметрия электрических цепей ротора

Обрыв стержня ротора или повышение электрического сопротивления в месте его соединения с короткозамыкающим кольцом – занимают второе место после подшипников среди причин, приводящих к отказу электродвигателей.

Обрыв стержня и вызванный им локальный нагрев ротора в месте дефекта может приводить к его деформации и появлению теплового дисбаланса (нередко ошибочно проводят постоянную подбалансировку ротора, не разбираясь в действительной природе дефекта), при этом изменение его линейных размеров вызывает избыточную осевую нагрузку на подшипники и преждевременный их выход из строя [5].

Поскольку через стержни соседние с поврежденным, течет ток превышающий номинальный, подвергая их дополнительным механическим и тепловым нагрузкам, то ускоренный выход их из строя неизбежен. Если вовремя не принять меры, то в результате данного процесса возможна остаточная тепловая деформация ротора и его браковка

Дефект проявляется в увеличении вибрации на частоте вращения и частоте действия электромагнитных сил (вторая сетевая – 100 Гц) с боковыми полосами, сдвинутыми друг от друга на частоту равную частоте скольжения ротора, умноженную на число полюсов

При этом пик боковой полосы на меньшей частоте всегда меньше «зеркального» пика на большей частоте.

Витковые замыкания в обмотках роторов синхронных электродвигателей и генераторов вызывают вибрацию на тех же частотах, но без боковых полос, т.к., отсутствует скольжение ротора в электромагнитном зазоре. Часто на опорах с момента пуска и до стабилизации теплового режима наблюдается постоянный рост вибрации на частоте вращения ротора, т.к., витковые замыкания, из-за локального нагрева и прогиба ротора вызывают тепловой дисбаланс.

Несимметрия электрических цепей статора.

Короткие замыкания или обрывы в обмотках статора приводят к появлению пульсирующего крутящего момента. В спектре вибрации проявляется в возрастании уровня вибрации на частоте электромагнитных сил, как в радиальном, так и осевом направлении. Кроме того, появляются составляющие на зубцовой частоте (количество стержней ротора, умноженное на частоту вращения).

Может приводить к локальному нагреву корпуса статора и вызвать его деформацию, что в свою очередь приводит к перекосу ротора относительно статора и неравномерности воздушного зазора.

Магнитная несимметрия.

Эксцентриситет статора (неравномерный воздушный зазор) чаще всего является следствием не качественного монтажа подшипниковых опор, не плоскостности опорных поверхностей фундамента или тепловых деформаций в агрегате и фундаменте.

Проявляется в возрастании уровня вибрации на частоте электромагнитных сил и на частоте вращения электромагнитного поля в зазоре (частота сети, деленная на количество пар полюсов).

Эксцентриситет внешней поверхности ротора, относительно оси его вращения, проявляется в увеличении вибрации на частоте вращения и частоте действия электромагнитных сил с боковыми полосами, сдвинутыми друг от друга на частоту равную частоте скольжения ротора, умноженную на число полюсов.

При этом пик боковой полосы на меньшей частоте равен «зеркальному» пику на большей частоте.

Осевое смещение ротора относительно статора приводит к тому, что осевые силы стремясь вернуть ротор в нейтральное положение, вызывают значительную осевую вибрацию на частоте питающей сети или частоте вращения ротора в зависимости от типа трения в препятствии к осевому смещению. Большинство подшипников не предназначены для компенсации осевых усилий и поэтому быстро выходят из строя.

Ослабление прессовки пакета стали ротора, ведет к увеличению вибрации на частоте действия электромагнитных сил и появлению зубцовой частоты с боковыми полосами, сдвинутыми друг относительно друга на частоту действия электромагнитных сил.

Контроль технического состояния электродвигателей должен проводиться при нагрузке не менее 70 % от номинальной, так как при контроле на холостом ходу, возможно, выявить только некоторую часть проблем. Основным признаком того, что диагностируемый дефект имеет электромагнитную причину, является мгновенное исчезновение его признаков в спектре вибрации после отключения электродвигателя от сети.

В основном все эти неисправности диагностируются с помощью компьютерной диагностики, в процессе которой замеряют потребление электроэнергии и сравнивают с номинальными значениями.

Данную методику можно применить на различных вариантах исполнения гибридных силовых установок.

Если значение больше номинального, значит присутствует неисправность в электродвигателе и следует устранить ее.

В качестве диагностики ГСУ автомобилей для наиболее качественного проведения работ применяют комплексную диагностику, включающую в себя: внешний осмотр, самодиагностику и компьютерную диагностику автомобиля.

Сперва проводят *внешнюю диагностику двигателя и электродвигателя автомобиля*:

1. Проводится визуальный осмотр подкапотного пространства и двигателя.
2. Проверяется состояние топливного и воздушного фильтра.
3. Диагностируются провода зажигания и проводится проверка свечей зажигания.
4. Необходимо проанализировать состояние ремня или цепи ГРМ и правильности установки таких приводов.
5. Выполняется замер компрессии в каждом цилиндре двигателя.
6. Проводится внешний осмотр на наличие повреждений инвертора и электродвигателя автомобиля.

После внешнего осмотра, на автомобиле проверяют систему самодиагностики автомобиля.

Самодиагностика автомобиля – это способность системы самостоятельно обнаруживать, локализовать и анализировать ошибки и отказы.

Самодиагностика автомобиля постоянно следит за состоянием силовых агрегатов, при возникновении неисправностей, на панели приборов высвечивается CHECK ENGINE и на бортовом компьютере автомобиля код неисправности.

К примеру коды неисправностей гибридного автомобиля, TOYOTA PRIUS:

– P0A08 неисправность инвертора;
– P0343 – Короткое замыкание в цепи датчика положения распределительного вала;

– P0A1F – Неисправность в цепи высоковольтной батареи;

– P0A42 – Перегрев электродвигателя.

Исходя из данных с бортового компьютера можно понять какие есть неисправности в автомобиле. После самодиагностики автомобиль проверяется с помощью компьютерной диагностики.

Компьютерная диагностика автомобиля – это процесс, при котором происходит чтение кодов возможных неисправностей на основных узлах, стирание этих кодов и последующая их коррекция. Для этого могут применяться как дилерские сканеры, так и прочие системы.

В первую очередь компьютерная диагностика начинается с осмотра на предмет внешних повреждений, либо по звуку вращающихся деталей. Далее включается в работу сканер, который требуется подключить в диагностический разъем, находящийся в салоне под торпедой или под капотом. К бортовым системам, через диагностические специальные разъемы, подключают довольно сложный, с серьезным программным обеспечением сканер, который и считывает все транслируемые автомобилем коды.

Полученные коды расшифровываются специалистами, опять же с помощью специальных программ, и на основе полученной информации выносится заключение о наличии тех или иных сбоев или неполадок.

Таким образом были рассмотрены различные варианты исполнения гибридных систем, последовательные, параллельные, последовательные, смешанные, в том числе и перспективные (газотурбинный двигатель совместно с электродвигателем) и представлены методики диагностирования гибридных силовых установок и определены наиболее перспективные из них

Список литературы:

1. Богданов К.Л. Тяговый электропривод автомобиля : учеб. издание / К.Л. Богданов; Под ред. Н.П. Лапиной. – М., 2009.
2. Бахмутов С.В. Конструктивные схем автомобилей с гибридными силовыми установками : учеб. пособие / С.В. Бахмутов, А.Л. Карунин, А.В. Круташов, В.В. Ломакин, В.В. Селифонов, К.Е. Карпунин, Е.Е. Баулина, Е.В. Урюков. – М. : Изд. МГТУ МАМИ, 2017.
3. Лянденбургский В.В. Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования в современных автомобилях. Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов, А.В. Рыбачков // III международной научно-технической конференции. – Пенза, 2014. – Ч. II. – С. 45–47.
4. Energy efficiency analysis of a series plug-in hybrid electric bus with different energy management strategies and battery sizes / X. Hu, N. Murgovski, L. Johannesson, B. Egardt. Applied Energy, 2013.
5. Gasline engine intake manifold leakage diagnosis/prognosis using hidden Markov model / Q. Ahmed, A. Iqbal, I. Taj, K. Ahmed // International Journal of Innovative Computing, Information and Control A. – 2012.
6. Патент на изобретение № 2259549 / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, Н.В. Василенко, М.П. Лысенко, В.В. Кокорев, Р.А. Дьяченко. Способ оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания. Опубликовано 27.08.05. Бюллетень № 24.

УДК 621.43

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
САМООЧИЩАЮЩИХСЯ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ



ON THE USE OF SELF-CLEANING FILTERS FOR CARS

Журавлев М.М.

аспирант,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Шевцов Ю.Д.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Федотов Е.С.

Кубанский государственный технологический университет
shud48@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос использования самоочищающихся фильтров масла для технических средств.

Ключевые слова: фильтр, автомобиль, система фильтрации, автоматизация, самоочищающиеся фильтры.

Zhuravlev M.M.

Graduate Student,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Shevtsov Yu.D.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Fedotov E.S.

Kuban State Technological University
shud48@mail.ru

Abstract. The article deals with the issue of using self-cleaning oil filters for technical equipment.

Keywords: filter, car, filtration system, automation, self-cleaning filters.

Анализ показателей эксплуатационной надежности систем резервного и автономного электроснабжения различных объектов, а также двигателей различных силовых установок в морском, речном, железнодорожном и автомобильном транспорте показал, что для всех используемых типов ДВС такой важнейший показатель как ресурс необслуживаемой работы в настоящее время недостаточно высок и составляет только 250–300 моточасов. Ограничение ресурса необслуживаемой работы рассматриваемых агрегатов обусловлено прежде всего несовершенной работой существующих систем смазки и низким качеством используемого смазочного масла. Одним из эффективных путей повышения технической надежности рассматриваемых агрегатов является внедрение в практику их эксплуатации самоочищающихся фильтров (СОФ) или систем (СОС) различных конструкций.

Основное функциональное назначение «самоочищающегося фильтра» – фильтровать рабочую жидкость от частиц загрязнения с возможностью ручной или автоматической самоочистки его фильтрующих элементов с целью улучшения качества очистки и увеличения его времени не обслуживаемой работы.

Наряду с указанными преимуществами самоочищающиеся фильтры и самоочищающиеся системы имеют существенные недостатки, из-за которых их использование не получило распространение, основными из них являются:

- сложность конструкции и высокая стоимость;
- большие потери потока жидкости, затрачиваемого на процесс регенерации и идущего на слив;
- наличие пульсаций давления P и расхода G , возникающих при коммутационных переключениях и пульсирующем режиме работы регенерирующего устройства;
- влияние режимов работы регенерирующего устройства на гидравлические параметры основной масляной магистрали.

Анализ различных вариантов самоочищающихся систем показал, за последние годы в практике зарубежного двигателестроения для очистки масла и топлива получают все большее распространение самоочищающиеся фильтры (СОФ) [1, 2]. Для тихоходных и среднеоборотных двигателей большой мощности конструкции СОФ имеют корпус достаточно большого размера, в котором расположены фильтрующие элементы цилиндрической формы. Для поддержания высокого качества очистки, изготовители таких двигателей используют полнопоточную очистку моторного масла автоматическими-

ми самоочищающимися фильтрами с тонкостью отсева 20...35 мкм. Их очистка(регенерация) производится при помощи специальных устройств и механизмов, встроенных в конструкцию корпуса фильтра, путем создания поочередного обратного потока жидкости, в процессе работы двигателя.

В Российской Федерации данное направление является малоизученным, и в следствии этого российский рынок является достаточно привлекательным для зарубежных компаний, которые активно продвигают свою продукцию для отечественных пользователей. В виду отсутствия конкуренции со стороны отечественных производителей, западный рынок заполнил своей продукцией нашу страну, и в следствии этого ценовая политика завышена.

В этих условиях появление отечественного автоматического самоочищающегося фильтра масла, для среднеоборотных двигателей имеющих значительно меньшую стоимость (для примера стоимость немецкого автоматического самоочищающегося фильтра масла типа 6.46DN100 на российском рынке составляет около 12000 Евро), позволило бы обеспечить потребности нашего рынка и выпускать отечественную высокотехнологичную и конкурентоспособную продукцию.

С целью импортозамещения группа инженеров-механиков в лице Шепелёва Вячеслава Александровича и Шепелёва Александра Владимировича с 2002 года приступила к самостоятельной работе в области создания российского изобретения автоматического самоочищающегося фильтра жидкости. Задачей изобретения является повышение эффективности регенерации фильтрующих элементов и сокращение эксплуатационных затрат за счёт продления периода необслуживаемой работы фильтра [3]. Изобретение устраняет недостатки в конструкции известного немецкого фильтра 6.46 компании Boll & Kirch, модификации которого устанавливаются в системе смазки дизельных двигателей типа Д49 (ЧН26/26) Коломенского тепловозостроительного завода. 17 декабря 2002 года был получен приоритет по заявке № 2002133882 на изобретение «Автоматический самоочищающийся фильтр Шепелёва» рисунок 1. А уже в марте 2008 года осуществлена государственная регистрации лицензионного договора РД00334803 от 04.03.2008 на использование патента РФ № 2224577 «Автоматический самоочищающийся фильтр Шепелёва» при производстве продукции на ОАО «Муромский ремонтно-механический завод». Данный автоматический самоочищающийся фильтр является ближайшим прототипом полностью работоспособной конструкции немецкого АСФ, но, наша запатентованная конструкция не требует значительных вложений на её доводку [3].

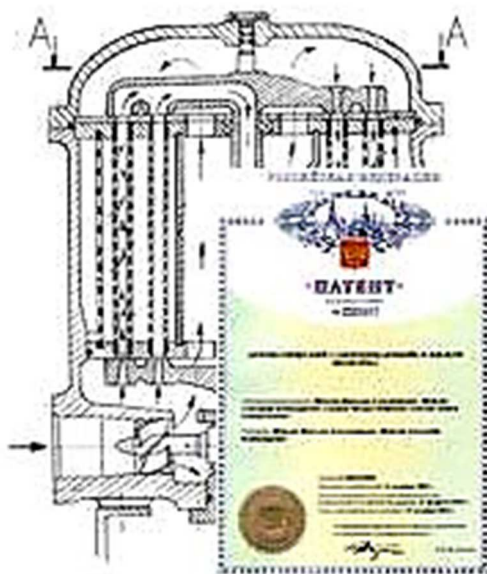


Рисунок 1 – «Автоматический самоочищающийся фильтр Шепелёва» [2]

Автоматический самоочищающийся фильтр улучшенной конструкции содержит вращающееся вокруг оси специальное золотниково-распределительное устройство

промывки фильтрующих элементов, что позволяет изменять направление потока обратной промывки концентрата загрязнённой жидкости внутри фильтрующих элементов, по меньшей мере, дважды за один оборот золотниково-распределительного устройства.

Для высокооборотных двигателей небольшой мощности СОФ подобной конструкции неприемлемы ввиду сложности их реализации для малых размеров. В настоящее время существуют варианты использования различных самоочищающихся систем (СОС) фильтрования, представляющих собой системы очистки из нескольких фильтров, в которых происходит автоматическое поочередное отключение фильтров из основной масляной магистрали и подключение их при помощи гидрораспределителя на обратную промывку [1, 5].

Существующие конструкции самоочищающихся фильтров систем топливоподачи тихоходных и систем смазки среднеоборотных двигателей, применяемых в различных отраслях, неприемлемы для быстроходных двигателей малой мощности ввиду сложности их реализации для малых размеров. В настоящее время существуют варианты использования различных самоочищающихся систем (СОС) фильтрования, представляющих собой параллельно соединенные ветви с фильтрами, которые поочередно участвуют в процессах очистки масла и регенерации фильтрующих элементов. В таких системах процесс регенерации реализуется при помощи внешнего регенерирующего устройства путем создания обратного потока через очищаемый фильтр.

В результате проведенного обзорного сравнительного анализа существующих самоочищающихся систем фильтрования смазочных систем высокооборотных двигателей внутреннего сгорания, в том числе и систем смазки авиационных газотурбинных двигателей и на основе требований, предъявляемым к этим системам были определены предпочтительные конструктивные признаки и предложены принципы построения наиболее эффективных самоочищающихся систем, не ухудшающих в процессе регенерации гидравлические параметры всей схемы и имеющих минимальные потери на слив в процессе регенерации [1, 6].

Основными принципами для синтеза и построения наиболее эффективной самоочищающейся системы фильтрования, учитывающей конструктивные особенности используемых в них фильтров являются:

- осуществление одновременно процессов очистки жидкости и регенерации фильтрующей поверхности фильтров, что конструктивно обеспечивается наличием двух параллельных ветвей с фильтрами, участвующими поочередно в процессах фильтрования и регенерации;
- отсутствие потерь на слив;
- простота управления регенерирующим потоком, которая достигается использованием внешнего регенерирующего устройства любого типа, позволяющего осуществлять заданный режим регенерации, без установки дополнительных ограничительных элементов;
- обеспечение независимости (инвариантности) гидравлических параметров основной магистрали от режимов работы регенерирующего устройства.

На основе предложенных критериев, предпочтительных конструктивных признаков и принципов построения был осуществлен синтез схемы системы очистки, обладающей перечисленными свойствами.

Предложенная на основе синтеза самоочищающаяся система должна представлять собой мостовое соединение гидравлических элементов, на входе и выходе которого (в диагоналях моста) подключены основные источники потока жидкости. Если предположить, что в качестве гидравлических элементов будут использованы масляные фильтры, одним из источников потока будет являться основной масляный насос, а другим источником – регенерирующее устройство, то предложенная самоочищающаяся система будет отвечать всем конструктивным требованиям, предъявляемым к высокоэффективной самоочищающейся системе.

Гидравлическая схема предлагаемой самоочищающейся системы представлена на рисунке 2.

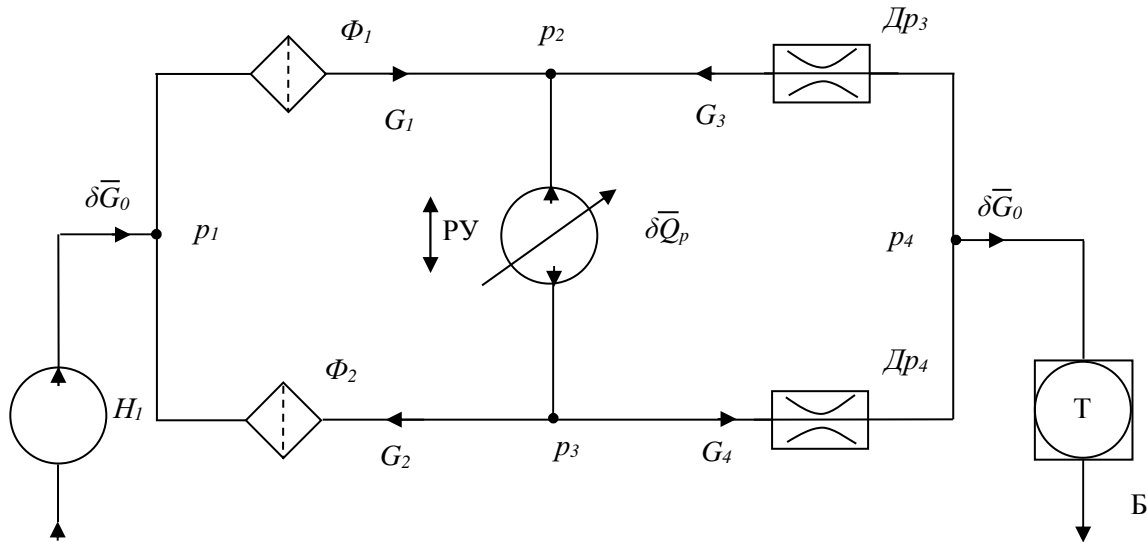


Рисунок 2 – Гидравлическая схема самоочищающейся системы

Самоочищающаяся система представляет собой систему, состоящую из двух параллельных ветвей, содержащих по два последовательно соединенных фильтра и дросселя, т.е. Φ_1 , $Др_3$ и Φ_2 , $Др_4$. Вход и выход системы соединены с главной масляной магистралью. Между последовательно соединенными фильтрами подключено регенерирующее устройство РУ. В рабочем режиме, когда фильтры мало засорены, регенерирующее устройство отключено. Поток масла проходит по двум параллельным ветвям, очищаясь всеми фильтрами. При предельно допустимом засорении фильтров включается в работу регенерирующее устройство. Происходит такое перераспределение потоков, при котором поток масла, проходя через фильтр, например, Φ_1 и дроссель $Др_4$, расположенные в противоположных плечах системы, очищают масло, а через другое плечо обратным потоком промываются (регенерируются) Φ_2 и $Др_3$. При изменении направлении потока, создаваемым регенерирующим устройством, функции фильтров меняются. Регенерация фильтров происходит до достижения заданной степени очистки фильтрующих элементов, которая оценивается по соответствующей ей определенной величине перепада давлений в системе, и регенерирующее устройство отключается, а система снова работает по первоначальному варианту. Перепады давлений на фильтрах фиксируются специальными датчиками, а работа системы управляется электронной системой управления.

Работоспособность предложенной системы была испытана на построенном макетном образце. Испытанию подвергались сетчатые фильтры тонкостью очистки 40мкм, проработавшие на двигателе 210 часов с целью определения эффективности процесса регенерации и оценки свойства инвариантности (независимости) параметров потока основной масляной магистрали от режимов и параметров работы регенерирующего устройства.

По результатам испытаний были сделаны следующие выводы:

1. Испытуемая самоочищающаяся система работоспособна и позволяет осуществить регенерацию фильтрующих элементов методом подачи протivotока до восстановления их начальной пропускной способности в течении 20 минут.

2. Проверка влияния режима работы регенератора на параметры потока смазочного масла путем осциллографирования пульсаций давления масла на входе и выходе системы маслофильтров, а также на выходе фильтров Φ_1 и Φ_2 (рис. 3) показала отсутствие пульсаций, способных оказать влияние на нормальную подачу мала в систему смазки.

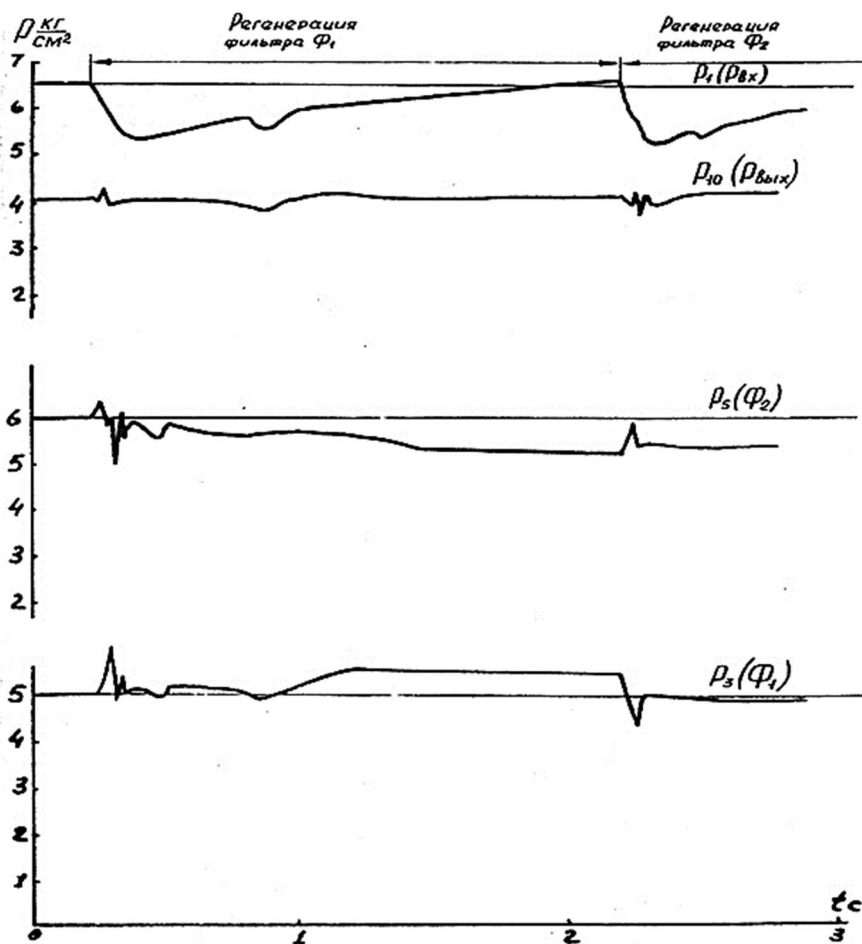


Рисунок 3 – Осциллограммы давление в узлах макета мостовой схемы самоочищающейся системы

Осциллографирование пульсаций давлений масла на входе и выходе системы, на выходе фильтров Φ_1 и Φ_2 . проводилось при следующих расходах масла Q через систему: 67, 95 и 115 л/мин.

Рабочая жидкость – масло МС – 20 при $t = 36 \text{ }^\circ\text{C}$.

Учитывая небольшое отличие в характере изменения и величинах пульсаций давлений на рисунке 3 приведены параметры потока масла для одной из полученных осциллограмм ($Q = 95 \text{ л/мин}$).

Таким образом проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Предлагаемые СОФ и СОС могут быть использованы для очистки жидкостей самоочищающимися фильтрами от загрязнения твердых включений и грязевых частиц в любых технологических жидкостях, воде и водных растворах, а также в топливе и моторном масле.

2. Системы смазки, оснащенные предлагаемыми самоочищающимися фильтрами и самоочищающейся системой по сравнению с обычными фильтрами, будут обладать рядом преимуществ:

- существенно повысят качество очистки полнопоточной фильтрации;
- исключают потребность в сменных фильтроэлементах;
- позволят сократить трудоемкость и уменьшить затраты на обслуживание двигателей;
- позволят существенно повысить уровень автоматизации агрегатов.

Результаты проведенного анализа показали также, что в нашей стране достаточно хороший потенциал для импортозамещения, и в скором времени, можно полностью перейти на товары отечественных производителей.

Список литературы:

1. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем : монография / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин, Р.А. Дьяченко, М.Н. Педько. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2010. – 192 с.
2. Караваев А.А., Сеница А.Б. Фильтрация. Система очистки. – М. : Додэка-М, 2017.
3. Патент РФ № RU 2224577 C1, Автоматический самоочищающийся фильтр Шепелёва, МПК B01D 29/62 / В.А. Шепелёв, А.В. Шепелёв // Яндекс. Патенты – поиск по патентным документам. – URL : https://patents.s3.yandex.net/RU2224577C1_20040227.pdf (дата обращения 22.03.2022).
4. Шевцов Ю.Д. Определение опасных режимов работы силовых агрегатов по параметрам системы смазки / Ю.Д. Шевцов, Е.С. Федотов., П.А. Поляков, А.В. Воленко // Механика, оборудование, материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – 2018. – С. 734–737.
5. А.с. № 1761211 РФ. Шевцов Ю.Д., Козицкий В.М., Середя Л.И. Система непрерывного фильтрования рабочей жидкости с противоточной регенерацией. Опубликовано БИ № 34, 1992.
6. Трянов А.Е. Конструкция масляных систем авиационных двигателей : учеб. пособие. – Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – С. 81.

УДК 004.7

**ОБЗОР МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ
МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ МОНИТОРИНГА**



**OVERVIEW OF METHODS FOR BUILDING INFORMATION
MODELS OF MONITORING OBJECTS**

Терехов Я.Д.

бакалавр,
Кубанский государственный технологический университет
terehov2111@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются подходы и методы построения современных информационных моделей объектов мониторинга. Авторы статьи проводят аналитический обзор методов синтеза многоуровневых моделей объектов мониторинга.

Ключевые слова: информационные модели, объект мониторинга, математическая функция, синтез, алгоритмы, структура, информация.

Terekhov Ya.D.

Bachelor,
Kuban State Technological University
terehov2111@yandex.ru

Abstract. The article discusses approaches and methods of constructing modern information models of monitoring objects. The authors of the article conduct an analytical review of the methods of synthesis of multilevel models of monitoring objects.

Keywords: information models, monitoring object, mathematical function, synthesis, algorithms, structure, information.

Объектами мониторинга могут являться технические, биологические, природные и другие объекты. В технической области средства мониторинга традиционно используются для наблюдения за специализированными объектами, например, ракетно-космическая, авиационная и другая техника. Моделирование этих объектов позволяет снизить вероятность ошибок в управлении, которые могут привести к необратимым негативным последствиям, срыву выполнения возлагаемых на объекты задач. Существенное внимание вопросам синтеза моделей объектов мониторинга также уделяется в области телекоммуникаций. За последние несколько лет телевизионные и другие сети вышли на новый уровень развития. Одновременно усложнились задачи мониторинга этих сетей и управления ими. За счет синтеза моделей телекоммуникационных сетей возможно обеспечить их надежную и безопасную работу. В области природных и биологических объектов синтез моделей объектов мониторинга может позволить избежать различных природных катастроф, гибели живых организмов [1].

В настоящее время существенно увеличилось количество используемых технических объектов. Такие объекты применяются как при решении различных специализированных задач, так и в повседневной жизни. Высокий уровень развития искусственного интеллекта позволяет наделять даже достаточно простые объекты интеллектом. Объекты могут взаимодействовать между собой с использованием различных средств связи. В этих условиях возникает задача мониторинга и управления локальными и глобальными сетями объектов [1]. Основная сложность мониторинга и управления состоит в том, что объекты имеют различные структуры и поведение, которые изменяются во времени.

Основным источником информации об объектах являются поступающие от них данные. Объекты обладают достаточно широкими возможностями по сбору данных. Измерения выполняются с использованием установленных на объектах датчиков, которые позволяют измерять значения различных параметров объектов. Результаты измерений представляют собой многомерные временные ряды количественных, реже качественных значений. Объекты, как правило, имеют многоуровневую физическую и логическую структуры. Элементами их физической структуры являются узлы, агрегаты, блоки и другие устройства, к ним также относятся подсистемы, системы и так далее.

Между структурными элементами объектов имеются множественные связи. Состав элементов, их состояния и связи между ними могут изменяться динамически.

Решение многих практических задач, построения моделей объектов мониторинга показало, что объекты мониторинга имеют сложную структурную организацию. Часто такие объекты являются пространственно соотнесенными. В их состав входят десятки,

сотни, а иногда и тысячи элементов. Все эти элементы некоторым образом связаны друг с другом и находятся в постоянном взаимодействии. Одни составляющие могут оказывать существенное влияние на другие. Большое число составляющих приводит к неоднородности объектов в целом. Отдельно наблюдаемые объекты могут являться элементами других, еще более сложных объектов, о которых требуется получать информацию. Объекты могут объединяться в локальные и глобальные сети. Значительное влияние на состояние и поведение объектов может оказывать окружающая среда.

Возможности по построению моделей объектов ограничиваются наличием исходных данных об этих объектах, внешней среде, моделей связанных с ними объектов; наличием ресурсов для сбора и обработки данных; допустимыми значениями точности и достоверности формируемых решений, допустимым временем решения задач.

При построении моделей объектов осуществляется обработка данных о состоянии и поведении объектов, передаваемых в информационных потоках, с учетом определяющих условия наблюдений, сбора и обработки. Содержание информационных потоков, поступающих от объектов, носит название контента информационных потоков. Условия обработки контента определяют контекст построения моделей объектов мониторинга. Контент характеризуется свойствами (табл. 1).

Таблица 1 – Основные свойства, характеризующие контент

Относительность	Формализованность	Интерпретируемость	Согласованность
Релевантность	Относительность	Носитель	Инвариантность
Содержательность	Качество	Структурированность	Полнота
Актуальность	Достоверность		

На свойства получаемые об объектах информации, а также на возможность ее получения могут оказывать влияние негативные факторы. При обработке контента рассматривается контекст. Возможно рассмотрение нескольких контекстов (табл. 2).

Таблица 2 – Контексты построения моделей объектов мониторинга

Контекст	Наименование	Краткое описание
HC	Контекст исторических данных	Статистические данные об исследуемых объектах
GC	Контекст геоинформационной среды	Информация о состоянии и особенностях внешней среды, включает пространственно-временные и другие параметры
DC	Контекст предметной области	Информация, относящаяся к предметной области. Это могут быть сведения об объектах, способах их использования и другие
RC	Контекст доступных алгоритмических, программных и технических средств обработки	Информация о средствах, которые могут быть использованы при решении поставленных задач. Такими средствами являются программные библиотеки алгоритмов, информационные системы, физические сервера и другие
SC	Специализированные контексты	Эти контексты определяются для конкретных предметных областей. Например, для области медицины таким контекстом является история болезни пациента

Таким образом, условия построения моделей объектов определяются свойствами контента и контекста.

Для решения задач мониторинга и управления объектами необходимо иметь структурные описания этих объектов, характеризующие их состояния на различные моменты времени. На каждый момент времени состояние объекта может описываться некоторой структурой, для которой определены элементы, установлены связи между ними. Такие описания можно рассматривать как модели объектов. Модели объектов могут отражать их физическую или логическую структуру. Возможно построение моделей, рассматривающих объекты с других точек зрения. Требования к моделям определяются составом решаемых задач. Источником данных для построения моделей явля-

ются собираемые об объектах данные. Построение моделей может быть обеспечено за счет их синтеза. Возможности синтеза ограничены отсутствием описаний множества возможных структур объектов, а также высокой вычислительной сложностью применяемых при синтезе методов.

Известные методы синтеза не в полной мере удовлетворяют потребностям практики по точности и оперативности. Рассмотрим новый метод синтеза, позволяющий строить многоуровневые модели объектов по полученным от объектов данным.

Синтез моделей может осуществляться на основе полных формальных спецификаций, в качестве которых могут использоваться, например, логические или математические функции. При описании логических функций, как правило, применяется логика первого порядка. Входными данными могут также являться примеры пар входных и выходных данных и примеры синтеза формальных структур. Отличие двух последних вариантов задания исходных данных состоит в том, что примеры синтеза дополнительно показывают способы преобразования данных, которые применяются при синтезе. Кроме того, в качестве входных данных могут выступать примеры синтезируемых структур.

Классическими методами синтеза являются методы индуктивного и дедуктивного синтеза.

Дедуктивный синтез. При дедуктивном синтезе [2], [3] модели строятся на основе спецификации и множества логических аксиом. В ходе синтеза строятся возможные варианты структур, соответствующих спецификации. Для дедуктивного синтеза требуется полная аксиоматика и полная формальная спецификация. Идея построения интерпретируемых решений с использованием доказательств за счет объединения отдельных более частных решений рассматривалась еще в 1932 г. А.Н. Колмогоровым [4]. После разработки первого метода для автоматического доказательства теорем появилось много работ по дедуктивному синтезу [2], в большинстве которых рассматриваются проблемы синтеза программных структур. Синтез предусматривает доказательство существования структур на заданном множестве условий, которые связывают исходные данные с планируемым результатом, и извлечение результирующих структур из доказательств с применением таких методов, как метод резолюций [9] и метод обратного вывода [1].

Индуктивный синтез позволяет использовать менее строгие спецификации. При индуктивном синтезе вместо логического вывода на основе формальных спецификаций выполняется итеративный поиск требуемой структуры. Данный метод обладает высокой гибкостью, но сталкивается с проблемой масштабирования. Индуктивный синтез получил развитие в области синтеза программных структур. Первыми работами в этой области стали [1].

При таком подходе выполняется синтез возможных структур, которые затем оцениваются. Если полученные оценки не отвечают требованиям, то синтезируются другие структуры. Исследовались различные возможные способы синтеза структур, в том числе с использованием генетического подхода [1], метода Монте-Карло по схеме марковской цепи, вероятностный вывод.

Наряду с дедуктивным и индуктивным методами также существует подход к синтезу на основе трансформаций [1]. Он предусматривает итеративную трансформацию верхнеуровневых описаний. В результате трансформаций обеспечивается переход от верхнеуровневых описаний к требуемым структурам.

На практике классические методы синтеза, как правило, применяются в комбинации с методами, позволяющими ограничить пространство поиска решений и тем самым снизить сложность поиска.

К таким методам относятся: разрешение ограничений, статистические и методы машинного обучения. Методы разрешения ограничений предусматривают два шага: генерацию ограничений и разрешение ограничений. Ограничения могут генерироваться на основе инвариантов, исходных данных, путей поиска. Недостатком первой группы методов [4] является сложность генерируемых ограничений. Это связано с тем, что индуктивные инварианты формулируются с использованием логик, имеющих большую выразительность, чем логика, применяемая при описании синтезируемых структур. Методы второй группы лишены этого недостатка, однако они гарантируют соответствие спецификации и синтезированных структур только на множестве исходных данных [2].

Методы этой группы используются совместно с методами поиска на основе контр примеров. К третьей группе методов относятся промежуточные варианты генерации ограничений. Генерируемые ограничения обеспечивают соответствие спецификаций и синтезируемых структур на множестве исходных данных, при которых осуществляется проход по заданному набору путей [3]. Синтезируемые ограничения могут описываться с использованием логики второго порядка, содержать кванторы всеобщности.

Статистические методы и методы машинного обучения применяются для построения функций правдоподобия, которые могут использоваться при определении путей дальнейшего поиска на каждом из шагов синтеза формальных структур. Определение пути предполагает выбор не терминального пути. Функции правдоподобия могут строиться на основе исходных данных или данных, полученных из дополнительных источников [4].

Несмотря на то, что в последние годы в области синтеза моделей объектов мониторинга получены значительные результаты, они не лишены серьезных ограничений. Среди них выступают высокие требования к входным данным, высокая сложность решаемых задач, необходимость значительного участия человека в процессе моделирования, не проработанность автоматического многоуровневого синтеза моделей объектов мониторинга.

Таким образом, можно утверждать, что уровень развития теории синтеза во многом не удовлетворяет современным потребностям практики в построении моделей объектов мониторинга.

Следовательно, в настоящее время является актуальной разработка основ теории и методов многоуровневого автоматического синтеза автоматных моделей объектов мониторинга, отвечающих современным потребностям практики по снижению вычислительной сложности этого синтеза.

Список литературы:

1. Медведев Ю.С. База данных лекционного курса по дисциплине «Информатика» для специальности 25.05.04 / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Свидетельство о регистрации базы данных 2021621428, 01.07.2021. Заявка № 2021621304 от 21.06.2021.
2. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
2. 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, В.В. Терехов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020618003, 15.07.2020. Заявка № 2020616883 от 02.07.2020.
3. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
4. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
5. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

УДК 628.16

**МЕТОД ОЧИСТКИ АВИАЦИОННОГО ТОПЛИВА
ДЛЯ ЛА МАЛОЙ АВИАЦИИ**



**METHOD OF PURIFICATION OF AVIATION FUEL
FOR SMALL AIRCRAFT**

Карташова А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Савицкий Ю.А.

доцент,
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

Терехов В.В.

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

Аннотация. В статье описывается метод очистки авиационного топлива предложенный и разработанный авторами. Проводится анализ и сравнение с другими традиционными методами очистки топлива. 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, методы очистки топлива, криволинейный канал, центробежная сила, осаждающая сила, устройство для очистки топлива.

Kartashova A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Savitsky Yu.A.

Associate Professor,
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

Terekhov V.V.

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

Abstract. The article describes the method of purification of aviation fuel proposed and developed by the authors. The analysis and comparison with other traditional methods of fuel purification are carried out. 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, fuel purification methods, curved 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.

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 ЛА используют два вида топлива авиационный бензин или керосин.

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 экс-

платирующим организациям ЛА малой авиации важно иметь постоянных и проверенных поставщиков качественного авиационного топлива. Наличие примесей в авиационном топливе неизбежно приводит к авиапроисшествию или катастрофе.



Рисунок 1 – Заправка ЛА на стационарном аэродроме



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, 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.

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 патрубке. 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.

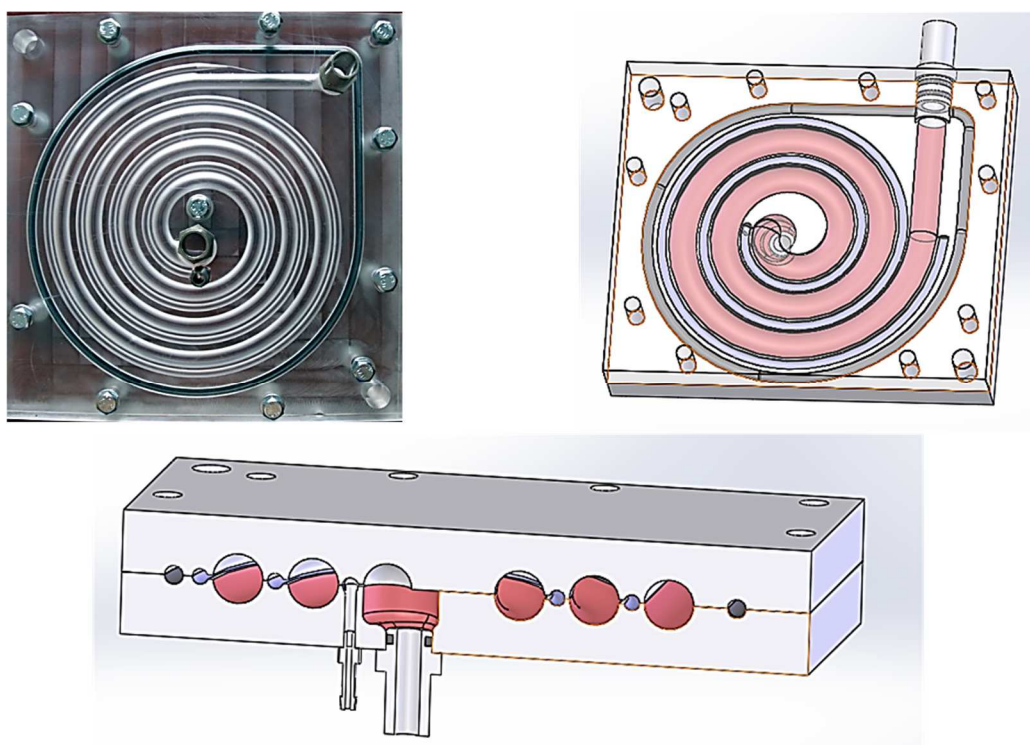


Рисунок 3 – Физическая модель устройства для очистки авиационного топлива

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.

При отстое в цистернах ускорению процессов очистки топлива от примесей при очистке препятствует малое значение равнодействующих сил, действующих на частицы примеси, причем с уменьшением размера частиц сила тяжести и архимедова сила убывают пропорционально кубу размера, а лобовое сопротивление частиц – пропорционально квадрату, следовательно, осаждающая сила с уменьшением размера частиц убывает. При величине частиц порядка 0,1 мкм время осаждения стремится к бесконечности, поскольку скорость броуновского движения имеет порядок, сравнимый со скоростью осаждения частицы взвеси. Увеличить массовые силы можно путем придания жидкости с содержащимися в ней примесями ускорения, например, за счет закручивания потока.

В этом случае роль осаждающей силы будет играть центробежная сила, величина которой вычисляется по известной формуле:

$$F_{ц} = \rho_{пр} \frac{\pi d^3 v^2}{6 r}, \quad (1)$$

где $\rho_{пр}$ – плотность примеси, кг/м³; d – размер частицы примеси (диаметр), м; v – скорость потока жидкости, м/с; r – радиус поворота потока жидкости.

Средняя скорость течения может определиться из уравнения неразрывности, она постоянна для всех сечений потока жидкости:

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4M}{\rho_{ж}\pi D^2} = \text{const}, \quad (2)$$

где Q – объемный расход жидкости, м³/с; M – массовый расход жидкости, кг/с; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м³; D – диаметр сечения канала, м².

Для проведения экспериментальных исследований использовалась экспериментальная установка со скоростью потока равной 2,12 м/с в трубопроводе $D = 100$ мм, для удобства проведения экспериментов диаметр трубопровода был уменьшен до 60 мм при этом скорость потока достигает 6 м/с.

Примем расчетный диаметр частиц $d = 7$ мкм = 7×10^{-6} м, плотность примеси (воды) $\rho_{пр} = 1000$ кг/м³, тогда величина центробежной силы, действующей на частицу при радиусе 30 мм (тангенциальный вход потока в трубопровод) составит:

$$F_{ц} = \rho_{пр} \frac{\pi d^3 v^2}{6 r} = 2,155 \times 10^{-10} \text{ Н.}$$

Это в 122 раза превышает силу тяжести частицы:

$$mg = \rho_{пр} \frac{\pi d^3 g}{6} = 1,76 \times 10^{-12} \text{ Н.}$$

Это свойство завихренного потока широко используется в так называемых гидроциклонах. Однако у серийно выпускаемых гидроциклонов степень очистки топлива не столь высока, как могла бы быть. Это связано с организацией потока жидкости в циклонной установке.

Таким образом, разработанное устройство для очистки топлива может полностью или частично заменить существующую систему подготовки авиационного топлива и обладает рядом преимуществ:

- высокая степень очистки, обеспечивающая полное отделение частиц примесей с размером 5 мкм и более;
- минимальное гидравлическое сопротивление при эксплуатационных значениях расхода перекачиваемого топлива;
- минимальный вес и габариты устройства, обеспечивающие высокую мобильность;
- отсутствие движущихся механических частей;
- полная герметичность устройства, обеспечивающая его пожаробезопасность;
- простота и надежность в эксплуатации;
- высокая ремонтпригодность;
- минимальная стоимость изготовления и эксплуатации.

Список литературы:

1. 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
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Докучаев В.Г. 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.

УДК 681.5

**СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОСВЕЩЕНИЯ
СТОЧНЫХ ВОД НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SCADA**



**SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROLLING
THE PROCESS OF WASTEWATER CLARIFICATION BASED
ON THE SCADA SOFTWARE PACKAGE**

Лубенцов В.Ф.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Кожевникова Д.А.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Прудкой А.Н.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Аннотация. Очистка промышленных сточных вод является достаточно острой проблемой для многих предприятий, так как согласно постановлению правительства РФ предприятия, не имеющие очистных сооружений, должны выполнить их строительство. Основной целью очистки сточных вод промышленных предприятий является снижение нагрузки на городские очистные сооружения и экономия средств и ресурсов самого предприятия. Низкий уровень автоматизации, устаревшее оборудование и отсутствие оперативного управления являются серьезными проблемами для качественной очистки промышленных стоков предприятия. Поэтому в работе уделено внимание вопросу модернизации существующего оборудования и разработке верхнего уровня системы сбора данных и управления на базе современной SCADA-системы MasterSCADA. Приведены фрагменты разработанных мнемосхем, обеспечивающих удобный человеко-машинный интерфейс.

Ключевые слова: очистка сточных вод, SCADA-система, мнемосхема.

Lubentsov V.F.

Doktor in Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Kozhevnikova D.A.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Prudkoi A.N.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Abstract. Industrial wastewater treatment is a rather acute problem for many enterprises, since according to the decree of the Government of the Russian Federation, enterprises that do not have treatment facilities must complete their construction. The main purpose of wastewater treatment of industrial enterprises is to reduce the load on urban wastewater treatment plants and save money and resources of the enterprise itself. Low level of automation, outdated equipment and lack of operational management are serious problems for high-quality treatment of industrial wastewater of the enterprise. Therefore, attention is paid to the issue of modernization of existing equipment and the development of a top-level data collection and management system based on the modern MasterSCADA SCADA system. Fragments of the developed mnemonic circuits providing a convenient human-machine interface are given.

Keywords: wastewater treatment, SCADA-system, mnemonic circuit.

Каждое промышленное предприятие в соответствии с действующими федеральными и международными требованиями должно вести экологическую деятельность, уделять большое внимание экологической обстановке в зоне своего влияния на окружающую природную среду, внедрять новые природо-энергосберегающие технологии и оборудование, а также обеспечивать экологическую безопасность производства [1]. Согласно Закону об Охране окружающей среды РФ каждое вновь создаваемое промышленное производство должно пройти оценку на экологическую безопасность, т.е. в лучшем случае, это должно быть безотходное производство, в худшем – решен вопрос по утилизации образуемых сточных вод и отходов путем применения высокоэффективных технологий, сооружений и аппаратов нового поколения, обеспечивающих очистку сточных вод до современных экологических и санитарных требований.

Устаревшее оборудование, низкий уровень автоматизации, высокая аварийность, отсутствие оперативного управления и низкая квалификация обслуживающего персонала создают серьезные проблемы для качественной очистки промышленных

стоков предприятия. Поэтому всё большее внимание промышленные предприятия уделяют переоснащению своих мощностей на новое современное оборудование и созданию условий для оперативного и безаварийного управления технологическим процессом своего производства во всех аспектах, в том числе и экологическом [1].

Исходя из состава сточных вод, поступающих на очистные сооружения, и требуемой степени их очистки, в рассматриваемой системе автоматизации реализована многоступенчатая технология очистки, включающая стадии:

- усреднение по объему и концентрации в резервуарах аккумуляторов;
- реагентную обработку воды с последующим отстаиванием в осветлителях;
- доочистку в блоке фильтров с зернистой загрузкой;
- обессоливание на обратноосмотических мембранах;
- обезвоживание полученного осадка на шнековом дегидраторе.

Биологическая очистка является эффективной, экологически чистой и менее затратной, по сравнению с другими методами. Однако для поиска оптимального решения конструктивных и технологических задач необходимо четко представлять механизмы и стадии рассматриваемого сложного биологического процесса, представленные в работе [2]. Таким образом, анализ механизма биологической очистки сточных вод показал, что серьезным недостатком существующих схем является их низкая эффективность за счет длительного времени обработки, сложности процесса управления и регулирования параметров качества воды на выходе, поэтому в работе принято решение по замене существующего оборудования и модернизации верхнего уровня системы сбора данных и управления на базе современной SCADA-системы, обеспечивающей удобный человеко-машинный интерфейс и совместимость работы нового и существующего оборудования.

Обзор SCADA-систем показал, что наиболее популярны в России такие зарубежные системы, как InTouch (Wonderware, США); RSView32 (Rockwell Automation, США); Genesis64 (Iconics, США); WinCC (Siemens, Германия); Vijeo Citect (Schneider Electric, Франция). Из наиболее популярных отечественных моделей SCADA следует назвать MasterSCADA (ИнСАРТ, Москва); TRACE MODE (AdAstra, Москва); Круг 2000 (Круг, Пенза) [3]. В связи с последними событиями на Украине и вводом странами Евросоюза и США санкций возрастает актуальность импортозамещения. В отличие от большинства западных российские SCADA-системы содержат встроенные средства программирования контроллеров с использованием языков стандарта МЭК61131-3, в том числе языка функциональных блоков. Причем, если сама SCADA рассчитана на работу в среде Windows на PC-совместимых компьютерах, то исполнительная система для контроллеров может работать и на других Logix-платформах. Стандарт OPC поддерживают все перечисленные системы, однако в системе TRACE MODE упор делается на использование собственных драйверов, а MasterSCADA, хоть и поддерживает использование драйверов, но основывается на технологии «OPC в ядре системы» и предлагает отдельный инструментальный пакет для разработки OPC-серверов [3].

SCADA-система TRACE MODE (ТРЕЙС МОУД) имеет мощные средства для создания распределенных иерархических АСУТП (рис. 1), включающих в себя до трех уровней иерархии: уровень контроллеров – нижний уровень; уровень операторских станций – верхний уровень; административный уровень. Деление на уровни иногда может быть весьма условным. В малых системах функции всех уровней часто реализуются на одной операторской станции. В больших системах на каждом уровне может быть выделена собственная иерархия. Тем не менее, в большинстве случаев такое деление правомерно. Необходимо заметить, что при разработке крупных сетевых систем, включающих в себя десятки узлов, лимитирующим элементом становятся не характеристики пакета по количеству одновременно работающих в сети узлов, а пропускная способность линий связи.

На уровне контроллеров реализуется сбор данных от датчиков, а также непосредственное цифровое управление (НЦУ) в соответствии с принятыми законами (ПИД, ПДД- и ШИМ-регуляторы, позиционный, нечеткий регуляторы и т.д.).

Для верхнего уровня АСУТП предусмотрены такие мониторы, как MPB, NetLink MPB, NetLink Light. Они позволяют создавать рабочие станции оперативного управляющего персонала. MPB может обмениваться данными с другими мониторами TRACE MODE, а также с любыми контроллерами через встроенные протоколы или драйвер.

Он запрашивает данные у нижнего уровня и передает ему команды управления. Полученные данные могут отображаться, архивироваться и передаваться другим приложениям WINDOWS по протоколам ODBC, OPC и DDE.

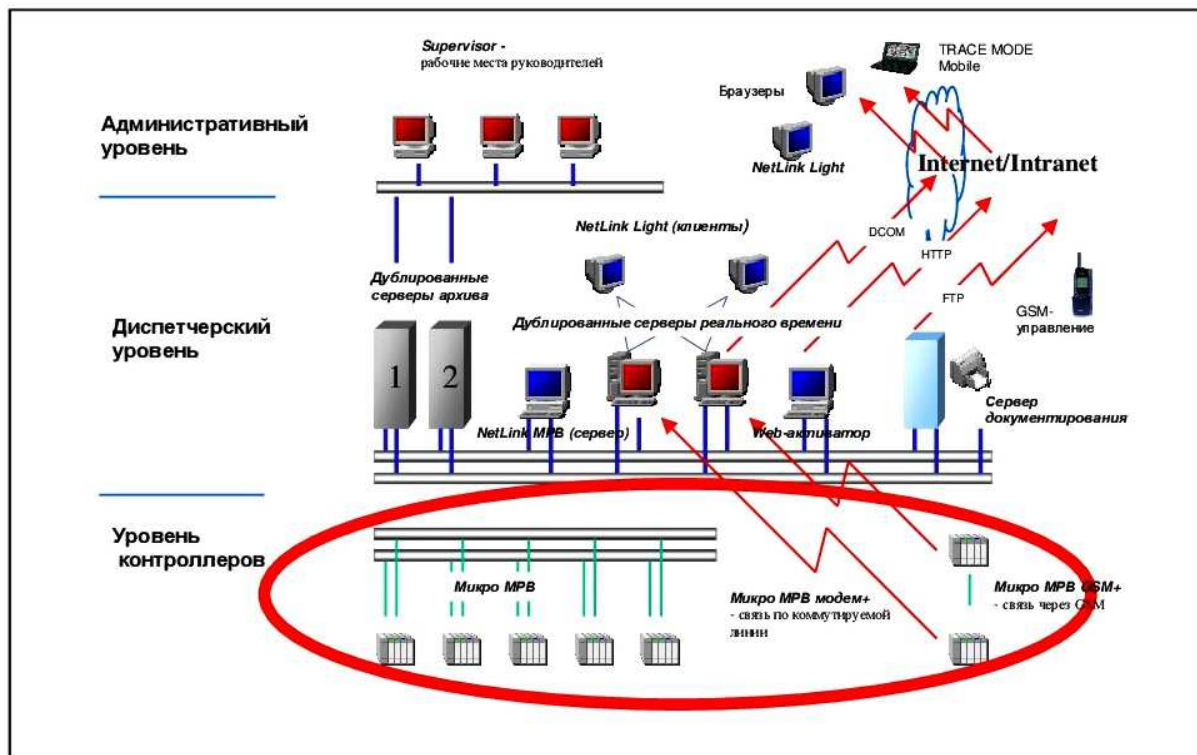


Рисунок 1 – Иерархическая структура средств для создания распределенных иерархических АСУТП

Исполнительная система TRACE MODE включает в себя исполнительные модули (мониторы, МРВ) – программные модули различного назначения, под управлением которых в реальном времени выполняются составные части проекта, размещаемые на отдельных компьютерах или в контроллерах, предназначенные для работы на всех уровнях систем управления, о которых говорилось выше.

Существует ряд программных модулей, назначение которых четко не привязано к функциям одного из перечисленных уровней систем управления. К таким модулям относятся: глобальный регистратор; сервер документирования; Web-активатор; GSM-активатор. Они могут использоваться для создания как оперативного, так и административного уровней систем управления.

Для создания системы контроля и управления технологическим процессом осветления сточных вод была выбрана система MasterSCADA, которая предназначена для разработки и обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления (рис. 2).

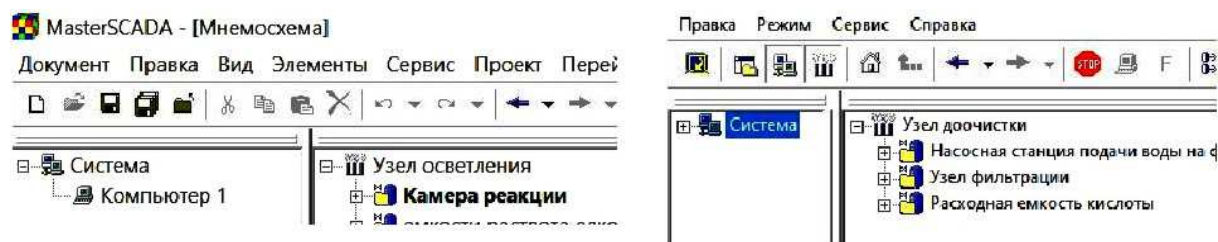


Рисунок 2 – Видеокадр создания объекта

Разработаны видеокадры камер реакции, приготовления едкого натра и осветления воды, а также насосной станции подачи воды на фильтр и узла фильтрации. Со-

здание экрана, благодаря которому можно осуществить переход к каждому из узлов в мнемосхеме, организовано во вкладке «Главный экран». Разработаны видеокдры, демонстрирующие заполнение ёмкостей камер реакции при включении насосов подачи сточных вод (рис. 3, 4). Аналогично были созданы видеокдры других участков процесса очистки поверхностных и производственных сточных вод.

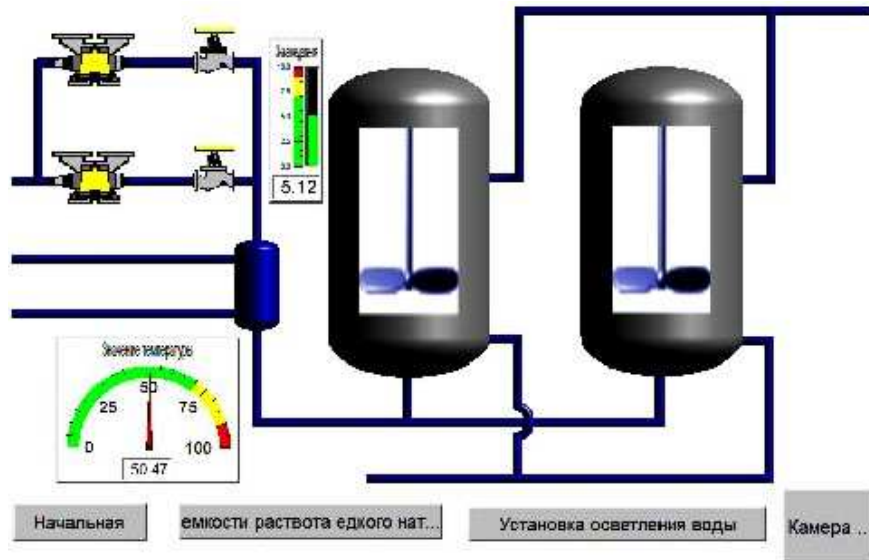


Рисунок 3 – Видеокдр пустых ёмкостей камер реакции с отключенными мешалками

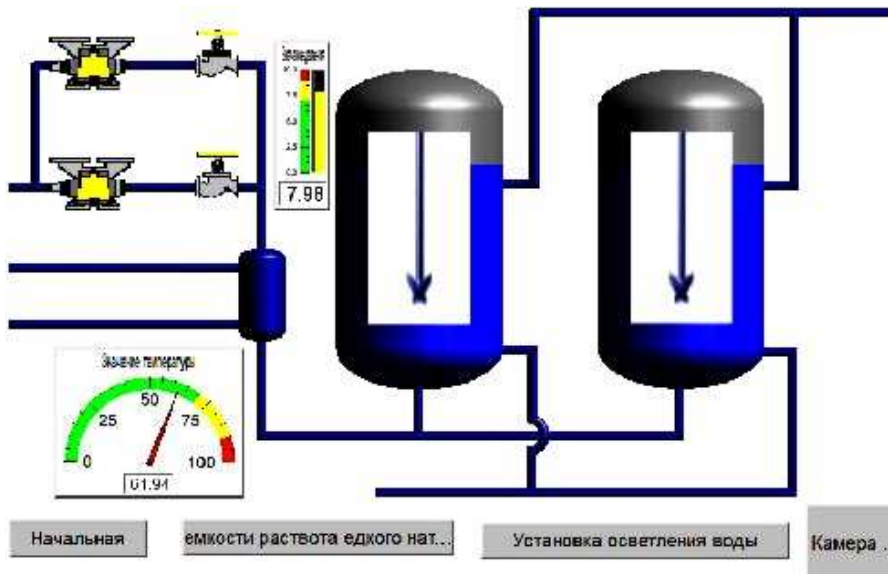


Рисунок 4 – Видеокдр заполненных ёмкостей камер реакции с включенными мешалками

Важным элементом SCADA-системы является система представления архивных данных – трендов и протоколов событий (рис. 5).

Таким образом, система контроля и управления технологическим процессом очистки поверхностных и производственных сточных вод, построенная с помощью MasterSCADA, отвечает современным требованиям. Для реализации схем контроля и управления предусмотрены современные средства автоматизации общепромышленного и взрывозащищенного исполнения со стандартными унифицированными входными/выходными сигналами, в том числе «интеллектуальные» (микропроцессорные) [4]. Внедрение этих средств является одним из природоохранных мероприятий, позволяющих повысить надежность работы технологических объектов, снизить или исключить возможность возникновения аварийных ситуаций и соответственно вероятность загрязнения окружающей среды.

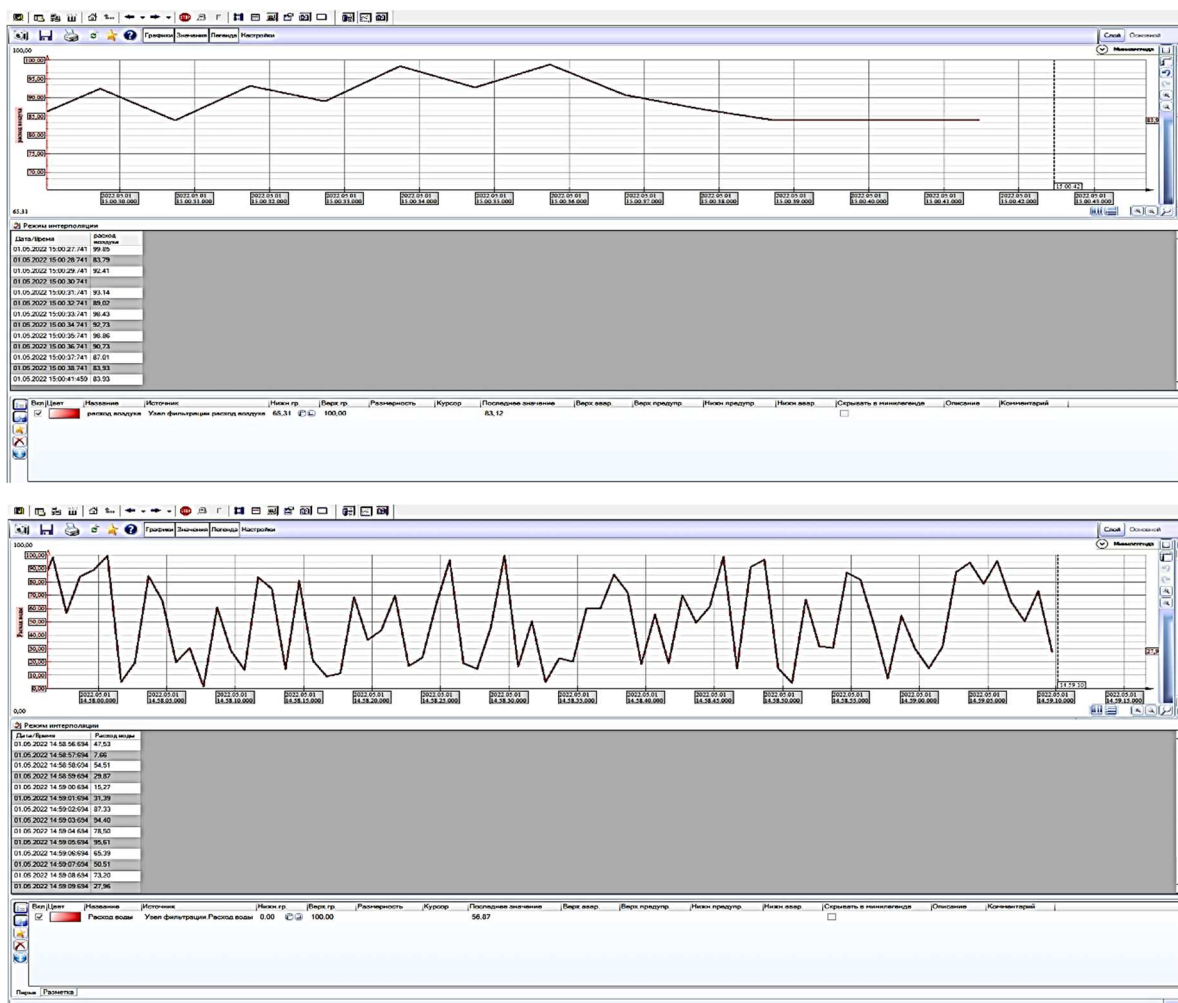


Рисунок 5 – Тренд расхода воды и воздуха

Основой создания эффективной АСУ ТП для очистных сооружений являются комплексный и системный подходы. При комплексном подходе выделенный автоматизируемый объект всесторонне анализируется, а система автоматизации синтезируется для достижения поставленной цели при любых возможных условиях эксплуатации. При системном подходе объект и система автоматизации синтезируются в составе системы водоснабжения или водоотведения для достижения поставленной цели. При этом выявляется влияние системы и ее компонентов на объект и цель автоматизации, а также взаимное влияние автоматизированного объекта на систему водоснабжения или канализации.

Создание корпоративной АСУ ТП является одним из основных и необходимых условий повышения эффективности эксплуатации систем очистных сооружений. Корпоративная система на основе комплексного и системного подходов представляет собой гибкую открытую структуру, которую можно перестраивать, адаптировать и дополнять новыми модулями или внешним программным обеспечением, органично встраиваемым в систему. Основные свойства корпоративной системы:

- распределенный доступ к единой базе данных, работа в режиме реального времени;
- открытость для адаптации и расширения;
- поддержка территориально распределенных структур;
- работа в широком круге аппаратно-программных платформ.

При этом обеспечивается следующий этап развития системы автоматизации – охват всей финансово-хозяйственной и производственной деятельности предприятия. Корпоративная АСУ ТП является базой для создания последующих систем автоматизации управления производственными процессами.

Корпоративная АСУ ТП обеспечивает консолидацию всех ведущих специалистов по поддержанию и совершенствованию систем. Корпоративная АСУ ТП – основа дальнейшего повышения эффективности систем очистных сооружений с последующим распространением на всю финансово-хозяйственную и производственную деятельность предприятия.

Список литературы:

1. Рудой Г. Автоматизированная система диспетчеризации и управления процессом очистки промышленных стоков / Г. Рудой // Современные технологии автоматизации. – 2012. – № 1. – С. 66–73.
2. Денисов С.Е. Анализ механизма биологической очистки сточных вод / С.Е. Денисов [и др.]. – М. : Строительство и экология: теория, практика, инновации. Сборник докладов I Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 49–51.
3. Константинов Ю.В. Анализ современных SCADA-систем / Ю.В. Константинов, В.Г. Некрутов, В.Д. Константинов // Наука ЮУр ГУ: Материалы 67-й научной конференции. Секция технических наук. – С. 1734–1740.
4. Лубенцов В.Ф. Синтез структуры АСУ ТП промышленных производств / В.Ф. Лубенцов, Г.В. Масютина, Е.В. Лубенцова // Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании. – 2018. – № 6. – С. 9–13.

УДК 681.5

**КАСКАДНАЯ САУ ТЕМПЕРАТУРОЙ ПЕЧИ
АТМОСФЕРНО-ТРУБЧАТОЙ УСТАНОВКИ**



**CASCADE ACS TEMPERATURE FURNACE
ATMOSPHERIC TUBULAR INSTALLATION**

Лубенцов В.Ф.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Савельев В.Р.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена атмосферно-трубчатая установка, предназначенная для первичной переработки малосернистой нефти с целью получения продуктов первичной перегонки – углеводородного газа, прямогонной бензиновой, керосиновой, дизельной и мазутной фракций, с предварительным обессоливанием и обезвоживанием нефтяного сырья. Существующие на сегодняшний день системы управления опираются на классические методы регулирования и при этом соответствуют требованиям безопасности, выполняя предписываемые им задачи. Однако для традиционных алгоритмов управления характерна работа не в самом оптимальном режиме, что ведет к снижению эффективности управления технологическим процессом. Учитывая сложный многопараметрический характер объектов нефтегазовой отрасли, в работе было произведено обоснование необходимости использования каскадной САУ для поддержания температуры продукта на выходе из печи. В качестве регулирующего контроллера методом экспертных оценок выбран контроллер С300 фирмы Honeywell.

Ключевые слова: система автоматического управления, распределенная система управления, противоаварийная автоматическая защита, контроллер, метод экспертных оценок.

Lubentsov V.F.

Doktor in Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Savelyev V.R.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Abstract. An atmospheric-tubular installation designed for the primary processing of low-sulfur oil in order to obtain products of primary distillation – hydrocarbon gas, straight-run gasoline, kerosene, diesel and fuel oil fractions, with preliminary desalination and dehydration of petroleum raw materials is considered. The control systems that exist today rely on classical methods of regulation and at the same time comply with safety requirements, performing the tasks prescribed by them. However, traditional control algorithms are characterized by not working in the most optimal mode, which leads to a decrease in the efficiency of process control. Taking into account the complex multiparametric nature of oil and gas industry facilities, the work justified the need to use a cascade ACS to maintain the temperature of the product at the outlet of the furnace. The Honeywell C300 controller was selected as the regulatory controller by the expert evaluation method.

Keywords: automatic control system, distributed control system, emergency automatic protection, controller, expert evaluation method.

Объекты нефтегазовой отрасли следует отнести к группе сложных многопараметрических объектов, которые имеют как множество входных, так и выходных переменных. Для производств нефтегазовой отрасли характерны сложные случаи управления технологическим процессом. Во время процесса стабилизации конденсата на двухколонной схеме ректификации контролируются порядка пятнадцати различных параметров. Также стоит отметить, что процесс корректируется по результатам лабораторного анализа нефти и газа, пробы для которого отбираются непосредственно с работающей установки. Еще более сложный характер имеют некоторые случаи управления производствами нефтехимической промышленности. В этих и подобных случаях требуются системы автоматизации с дополнительными или улучшенными свойствами и характеристиками [1].

Для получения товарной нефти необходимо осуществить стабилизацию нефти, т.е. провести мероприятия по снижению способности нефти к испарению. Основным процессом стабилизации является обезвоживание и обессоливание. Основная масса солей удаляется вместе с водой в процессе обезвоживания. Однако для предотвращения коррозии оборудования, образования солевых отложений и других нарушений в процессах переработки нефти необходимо ее глубокое обессоливание. Процесс раз-

рушения водонефтяной эмульсии наиболее эффективен в термохимическом обезвоживании и обессоливании, которое основано на нагреве эмульсии и химическом воздействии на нее дезэмульгаторов. При повышении температуры обрабатываемых эмульсий снижается вязкость жидкостей, составляющих эмульсию, и уменьшается поверхностное натяжение на границе раздела фаз, что облегчает отделение воды. Нагрев водонефтяной эмульсии часто осуществляется в трубчатой печи, управление которой является актуальной задачей.

Система, рассматриваемая в данной работе, предназначена для автоматизации технологического процесса переработки малосернистой нефти с получением фракций бензина, керосина, дизельного топлива, атмосферного газойля и мазута. Основным регулируемым параметром является температура продукта на выходе из печи. Поддержание постоянного значения этого параметра может осуществляться с помощью одноконтурной АСР температуры изменением расхода топлива. Однако печи обладают большим запаздыванием по передаче тепла от дымовых газов через стенку змеевика к проходящему по нему продукту, кроме того, переходный процесс по каналу «расход топлива – температура продукта на выходе» продолжается несколько часов. Поэтому при использовании одноконтурной АСР динамическая ошибка и время регулирования достигают больших значений. Кроме того, сильным возмущением режима работы трубчатых печей является изменение давления топливного газа. Это изменение компенсируют введением в АСР температуры продукта на выходе из печи дополнительного регулятора давления, задание на который подают от регулятора температуры [2].

Разработанной системой (рис. 1) предусмотрено:

- автоматическое поддержание постоянного давления топливного газа (поз. РТ054), подаваемого в качестве топлива в печь П-1, с коррекцией по конечной температуре нагреваемого продукта (поз. ТТ054) с помощью программных регуляторов (поз. РС054, ТС054), работающих в каскадном режиме и управляющими регулирующим клапаном (поз. РV054) на топливной линии;
- регистрация значений контролируемых параметров, отображение их на АРМ с сигнализацией их предельных значений;
- оперативная корректировка оператором процесса уставок регулирования (функции ТIK054, PIK054);

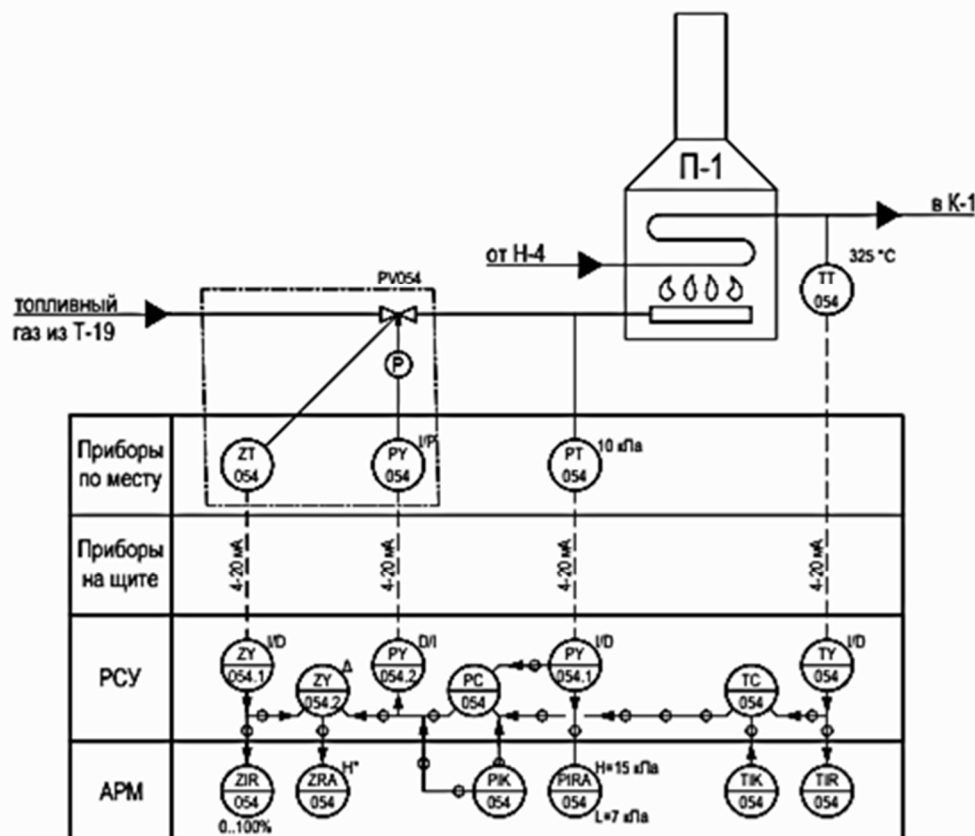


Рисунок 1 – Схема автоматического регулирования температуры продукта на выходе печи П-1

- возможность отключения программного регулятора внешнего контура (корректирующего) (ТС054) и непосредственного управления регулятором внутреннего контура (РС054);
- возможность отключения программного регулятора внутреннего контура и непосредственного управления регулирующим клапаном (функция PIK054);
- регистрация и отображение положения регулирующего клапана на АРМ;
- оценка работоспособности регулирующего клапана по отклику на управляющий сигнал посредством обратной связи регулирующего клапана (функция ZY054.2) с сигнализацией ошибки отклика на АРМ (функция ZRA054).

Разрабатываемая система включает следующие подсистемы:

- распределенная система управления (PCY);
- противоаварийная автоматическая защита (ПАЗ).

Система представляет собой трехуровневую многофункциональную информационно-управляющую систему, работающую в режиме реального времени. Структурная схема комплекса технических средств (КТС) представлена на рисунке 2.

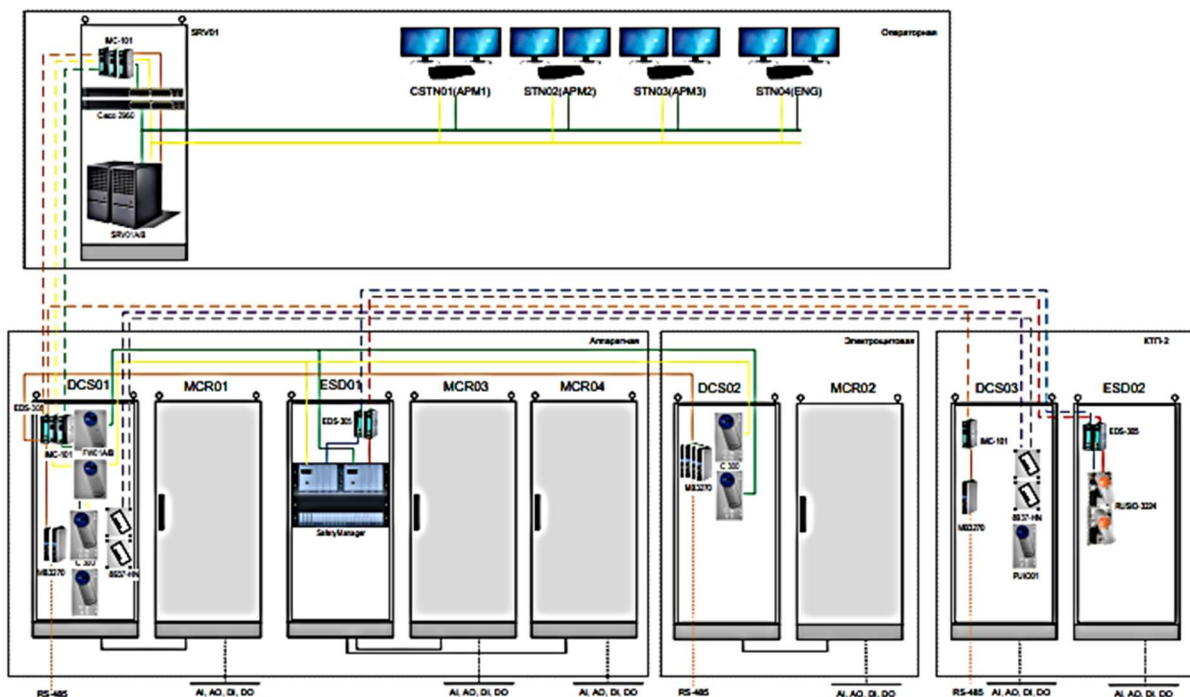


Рисунок 2 – Структурная схема КТС

Первый уровень КТС включает в себя первичные измерительные преобразователи (датчики); местные показывающие приборы и органы управления, размещаемые на технологическом оборудовании.

Технические средства первого уровня обеспечивают:

- контроль системы загазованности;
- контроль технологических параметров;
- выдачу световой и звуковой сигнализации для оповещения обслуживающего персонала о возможной аварийной ситуации;
- управление технологическим оборудованием.

Второй уровень КТС включает в себя шкафы аппаратной части и шкафы кроссовые.

Технические средства второго уровня обеспечивают:

- контроль технологических параметров, влияющих на безопасную эксплуатацию технологических процессов и выдачу управляющих воздействий на системы оповещения обслуживающего персонала и исполнительные механизмы в случае возникновения возможной аварийной ситуации;
- обнаружение отклонений технологических параметров от регламентных норм;
- контроль состояния и управление исполнительными механизмами;
- автоматическую диагностику состояния технических средств.

Третий уровень КТС – автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов.

Технические средства третьего уровня обеспечивают:

- отображение информации о ходе технологического процесса на мониторах АРМ-операторов;
- отображение информации о работе системы ПАЗ и РСУ;
- дистанционное автоматизированное управление технологическим процессом и оборудованием;
- ведение архивной и информационной базы данных;
- формирование и выдача отчетной документации;
- протоколирование событий.

Все контролируемые и измеряемые параметры поступают в SCADA-систему, которая отвечает за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями большого количества распределенных устройств. Обмен информацией между вторым и третьим уровнем осуществляется при помощи отказоустойчивой сети Ethernet (FTE) через оптоволоконные сети.

САУ обеспечивает следующие условия:

- при любом виде управления (автоматическом, ручном, дистанционном или местном) действие автоматической защиты и блокировки оборудования;
- при повреждении САУ, отсутствии электроэнергии или сжатого воздуха в цепях автоматики на управляемом оборудовании не должно возникать аварийных ситуаций.

Схема аварийной сигнализации предусматривает сохранение сигнала до его снятия или подтверждения оператором, даже если причина сигнализации за это время исчезла.

Алгоритм управления печью в рабочем режиме запускается автоматически и включает в себя:

- автоматическое поддержание заданной температуры нефти на выходе из печи в заданном диапазоне давления топливного газа;
- автоматическое поддержание заданного соотношения «газ/воздух».

В работе был осуществлен выбор контроллера методом экспертных оценок. Контроллер служит для сбора данных с полевого оборудования системы о значениях технологических параметров процесса, состояния оборудования и обработки сигналов для выработки управляющих воздействий в соответствии с конфигурированными алгоритмами контроля и управления. Контроллер является одним из компонентов аппаратного обеспечения системы управления. При выборе контроллера в качестве критерия использовались потребительские свойства, т.е. соотношение показателей затраты/производительность/надежность, а технические и эксплуатационные характеристики выступали ограничениями для процедуры выбора. На первом этапе процедуры выбора составлена сводная анкета экспертных оценок параметров каждого контроллера, в которой проставлены полученные от каждого эксперта ненормированные коэффициенты весомости по шкале от 0 до 10. Далее произведена оценка потребительских свойств выбираемой аппаратуры и ранжирование изделий, т.е. расположение их в порядке возрастания (или убывания) соотношения показателей затраты/ производительность/ надежность [3].

В результате расчета был выбран контроллер С300 Honeywell системы РСУ и контроллер безопасности «SM» Honeywell системы ПАЗ. Для подключения контроллеров предусматривается оптоволоконная связь.

В режиме нормального функционирования и режиме частичного отказа система с учетом запроецированного контроллера Honeywell С300 и Safety Manager обеспечивает глубокую степень диагностики и самодиагностики технических и программных средств.

Контроллеры и устройства ввода/вывода подсистемы ПАЗ могут использоваться для дистанционного автоматизированного управления исполнительными механизмами для осуществления технологических операций. При возникновении возможной аварийной ситуации подсистема ПАЗ автоматически выдает управляющие воздействия на исполнительные механизмы для перевода их в безопасное состояние, дистанционное автоматизированное управление исполнительными механизмами в данной ситуации заблокировано.

Применение проектируемой САУ позволяет:

- повысить качество ведения технологического режима;
- выполнить требования действующих в настоящее время нормативных документов по безопасной эксплуатации печей;
- значительно увеличить срок службы технологического оборудования;
- повысить оперативность действий персонала и улучшить условия его труда;
- существенно сократить расходы электроэнергии;
- сократить процент вредных выбросов в атмосферу.

Разработанная каскадная САУ в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом подогрева нефти в печи приведет к оптимизации режимов работы оборудования, повышению уровня эксплуатации, повышению экономичности работы оборудования, повышению надёжности и долговечности работы основного оборудования, уменьшению психофизической нагрузки и вероятности ошибочных действий оперативного персонала.

Список литературы:

1. Модернизация системы управления ректификационной колонной на базе систем усовершенствованного управления технологическим процессом. – URL : <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/54942/1/TPU733477.pdf> (дата обращения 14.03.2022).
2. Полоцкий, Л.М. Автоматизация химических производств / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М. : Химия, 1982. – 296 с.
3. Ермаков В.В. Принятие решения в задаче выбора программируемых логических контроллеров с помощью экспертных оценок / В.В. Ермаков, Е.В. Лубенцова, В.Ф. Лубенцов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 500–503.

УДК 681.5

**РЕШЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ СРАВНИТЕЛЬНОГО
АНАЛИЗА И ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**



**SOLUTION OF THE MULTI-CRITERIA TASK OF COMPARATIVE ANALYSIS
AND SELECTION OF OPTIMAL ALTERNATIVES USING SOFTWARE TOOLS**

Лубенцова Е.В.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Романов А.Ю.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Нагорская Е.М.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Аннотация. Одним из наиболее часто используемых методов многокритериального выбора является метод анализа иерархий. Принятие решений на основе данного метода осуществляется с использованием специальных программных средств: готовых или самостоятельно разработанных, или без них. В данной статье рассмотрен программный инструментальный, который может использоваться в автоматизированных системах управления процессом принятия решений.

Ключевые слова: многокритериальный выбор, метод анализа иерархий, программный инструментальный.

Lubentsova E.V.

Doktor in Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Romanov A.Yu.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Nagorskaya E.M.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Abstract. One of the most frequently used methods of multi-criteria selection is the method of hierarchy analysis. Decision-making based on this method is carried out using special software tools: ready-made or independently developed, or without them. This article discusses software tools that can be used in automated decision-making process management systems.

Keywords: multi-criteria selection, hierarchy analysis method, software tools.

Повышение требований к системам управления, совершенствование принципов их построения, настоятельная необходимость учитывать большое (и все возрастающее) число критериев и ограничений экономического, производственного и технологического характера влечет за собой необходимость совершенствовать традиционные методы решения многокритериальных задач оценки и выбора структур систем автоматического управления (САУ). Задача структурно-алгоритмического синтеза многоконтурных систем управления в условиях неопределенности может быть сведена к задаче многокритериального сравнения и выбора их структур и алгоритмов управления на основе анализа содержательной (качественной и количественной) информации о перечне ранжируемых критериев и шкал. Системный подход к решению такой задачи ставит целью установить такую технологию принятия решений, которая позволила бы учитывать максимально возможное число проектируемых свойств к данному моменту времени. Чаще всего выбор производится без рассмотрения всех доступных альтернатив (ввиду их большого количества), а оценка производится по нескольким упрощенным критериям [1].

Анализ процесса выбора показал, что он включает в себя следующие задачи: выделение альтернативных вариантов, оценку их качества (свойств) и выбор наилучшего варианта. Альтернативным вариантом системы считается любой вариант системы, отличающийся от других хотя бы по одному из свойств, учитываемых на данном этапе проектирования. Качество проектирования в значительной степени зависит от количества рассмотренных альтернативных вариантов и качества их разработки. Количество рассматриваемых вариантов растет с ростом сложности задач, стоящих перед САУ и глубиной их рассмотрения. Поэтому для каждой конкретной задачи исследования должен быть определен разумный уровень детализации, от которого зависит количество рассматриваемых альтернатив.

Характерными особенностями таких задач являются неполнота, неопределенность, неоднозначность исходной информации, необходимость учета большого числа критериев оценки и выбора. В основе принятия решений в подобных задачах, как показывают проведенные исследования [2], лежит методология многокритериального анализа решений.

Существование различных структур систем и алгоритмов управления, с одной стороны, и возросшие требования к качеству управления, с другой стороны, приводят к необходимости выбора из этого многообразия рациональных вариантов систем и алгоритмов управления (законов регулирования). При этом зачастую требуется не превосходство одной какой-то характеристики, а некая интегральная оценка, позволяющая сравнить системы по совокупности характеристик и свойств. Но характеристики объектов выбора между собой противоречивы, т.е. улучшение одной характеристики почти всегда приводит к ухудшению другой, поэтому выбор рационального варианта является сложноформализуемой задачей. Методология решения таких задач опирается на системный подход, при котором проблема рассматривается как результат взаимодействия и взаимозависимости большого числа разнородных объектов, а не просто как их изолированная и автономная совокупность. Из многих известных методов и подходов к решению таких задач наибольший интерес представляют те, которые дают возможность учитывать многокритериальность и неопределенность, а также позволяют осуществлять выбор решений из множеств альтернатив различного типа при наличии заданных критериев. Важным моментом применения тех или иных методов являются характер информации – количественный или качественный.

Количественная информация, если она достаточно надежна, обладает тем преимуществом, что позволяет использовать точные математические модели и определять тенденции развития ситуации с определенной точностью, с указанием доверительных интервалов, возможных погрешностей при расчетах и т.д. Однако круг проблем, для которых удастся разработать адекватные математические модели, оказывается значительно уже того множества ситуаций, в которых необходимо принимать реальные решения.

Очень часто при разработке алгоритмов принятия решений приходится наряду с количественной иметь дело с качественной информацией. При наличии ситуации, когда полученная количественная информация не может быть «вписана» ни в одну из имеющихся математических моделей, она также может быть проанализирована с помощью специально разрабатываемых методов качественного анализа.

В настоящее время среди методов решения задач многокритериального выбора, имеющих, с одной стороны, признанную теоретическую обоснованность, а с другой стороны, в наибольшей степени удовлетворяющих требованию универсальности, учета многокритериальности выбора в условиях неопределенности из множества альтернатив, простоты подготовки и переработки экспертной информации большое распространение получили метод попарных сравнений (бинарных отношений), метод экспертных оценок, метод Дельфи [3], методы теории полезности [4], теории нечетких множеств [5, 6] и метод анализа иерархий (МАИ) [7]. Каждый из указанных методов поддержки принятия решения при их использовании для выбора и компоновки аппаратных средств автоматизированной системы управления технологическим процессом, как отмечено в [3], имеет свои достоинства и недостатки. Так, для всех первых трех методов требуется использование группы экспертов и характерны трудоемкость обработки результатов и трудность прямого ранжирования большого числа объектов [3]. Метод попарных сравнений не обеспечивает нахождения количественной оценки предпочтения. Методы теории полезности [4] позволяют для задач многокритериального выбора получить функцию многомерной полезности, максимальное значение которой соответствует наиболее предпочтительному варианту. Многомерная функция полезности обычно получается как аддитивная или мультипликативная комбинация одномерных функций, которые строятся на основании опроса экспертов и позволяют провести ранжирование возможных исходов без взаимного сравнения альтернатив. Достоинством этого подхода является возможность оценки любого количества альтернативных вариантов с использованием полученной функции. Однако процедура построения функции полезности требует привлечения значительных объемов информации и является достаточно трудоемкой. В случае неустойчивой исходной информации применение методов теории полезности становится малоэффективным.

Метод теории нечетких множеств, предложенный Л. Заде [8], позволяет представить знания о предпочтительности альтернатив по различным критериям с помощью нечетких множеств. Формирование нечетких множеств является более простой и менее трудоемкой процедурой, чем построение функций полезности. Основной проблемой многокритериального выбора с применением нечетких моделей является представление информации о взаимоотношениях между критериями и способы вычисления интегральных оценок [9].

Как следует из сказанного, недостатки большинства методов перевешивают их достоинства. Исключением является МАИ – метод решения различных неформализуемых многокритериальных задач принятия решений [10]. Этот метод является простым и удобным средством, которое помогает структурировать проблему, построить набор альтернатив, выделить характеризующие их факторы, задать значимость этих факторов, оценить альтернативы по каждому из факторов, найти неточности и противоречия в суждениях лица, принимающего решение, проранжировать альтернативы, провести анализ решения и обосновать полученные результаты. Впоследствии на основе этого метода сформировался целый раздел принятия решений при наличии одного и нескольких критериев [11].

Существование ряда различных методов количественной и экспертной оценки структур систем и алгоритмов управления обуславливает неопределенность в выборе метода решения и, следовательно, существует риск принятия нерационального решения при разработке систем. Для решения поставленной задачи необходимо исключить неопределенность в выборе метода решения, т.е. снять противоречивость между результатами решения различными методами и обеспечить тем самым устойчивость полученного результата. Повысить устойчивость результата оценки можно за счет увеличения критериев (факторов) и комплексной оценки результатов решения задачи выбора в несколько этапов, что требует неоднократного применения методов в ходе последовательного применения иерархических моделей принятия решений для каждого этапа.

Первым этапом применения МАИ является структурирование проблемы выбора в виде иерархии или сети. Иерархия – определенный тип системы, основанный на предположении, что элементы системы могут группироваться в несвязанные множества. Элементы каждой группы находятся под влиянием элементов другой группы и, в свою очередь, оказывают влияние на элементы следующей группы. Считается, что элементы в каждой группе иерархии независимы. В наиболее элементарном виде иерархия строится с вершины (цели) через промежуточные уровни (критерии) к самому нижнему уровню, который в общем случае является набором альтернатив.

Принятие решений на основе МАИ осуществляется с использованием специальных программных средств: готовых или самостоятельно разработанных [12, 13], или без них [14]. В результате поиска программ, реализующих МАИ, было выявлено 11 программ (зарубежных и отечественных): MPRIORITY [15], AHP Analyzer [16], easyAHP [17], 123ahp [18], AHP-OS [19], AHP Software [20], SuperDecisions [21], СППР «Выбор» [22], Expert Choice Comparison [23], Logical Decisions [24], Criterium DecisionPlus [25].

Критериями-ограничениями, определяющими применимость программы для той или иной сферы, являются следующие критерии:

- 1) стоимость;
- 2) точность расчета вектора приоритетов;
- 3) размер иерархии;
- 3.1) максимальное количество критериев (общее количество, включая подкритерии любого уровня в иерархии);
- 3.2) максимальное количество альтернатив;
- 3.3) максимальное количество уровней иерархии.

При использовании программы преподаватели часто ограничены в выборе программного обеспечения, поскольку в учебном процессе можно использовать только закупленные университетом или бесплатные программы. Возможно использование как полностью бесплатных программ, так и условно-бесплатных, с ограничением по времени использования. Ввиду этого нами разработана программа MultiCriteriaSolver для решения многокритериальной задачи сравнительного анализа и выбора оптимальных альтернатив путем повышения согласованности экспертных оценок.

Программа предназначена для решения многокритериальных задач оптимального выбора альтернатив при выборе средств технического и программного обеспече-

ния систем автоматизации технологических и технических систем методом анализа иерархий путем повышения согласованности экспертных оценок.

В основе алгоритма, реализуемого данной программой, использован метод парных сравнений. Этот метод целесообразен при формировании вектора предпочтений при сравнительном анализе множества объектов, об оценке которых имеются лишь качественные суждения. Метод предусматривает использование эксперта (экспертов), который проводит оценку объектов. Согласно методу осуществляются парные сравнения объектов во всех возможных сочетаниях. При каждом сравнении выделяется наиболее предпочтительный объект, и это предпочтение выражается с помощью оценки по какой-либо шкале, например, в данной программе по шкале относительной важности. Используя данную шкалу, эксперт сравнивает критерии по достижению цели и устанавливает в соответствие этому сравнению число в интервале от 1 до 9 или обратное значение чисел. Причем при заполнении матрицы парных сравнений достаточно определить элементы, расположенные над главной диагональю матрицы парных сравнений. Элементы под диагональю согласно свойству обратной симметричности матрицы вычисляются автоматически по формуле: $a_{ij} = 1 / a_{ji}$.

Далее определяются значения каждой из альтернатив в рамках каждого из критериев, и оцениваются альтернативы для критерия функциональных характеристик.

На заключительном этапе анализа выполняется линейная свертка приоритетов на иерархии, в результате которой вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета [26].

Реализуемая методика формализации задач принятия решений на основе попарного сравнения альтернатив применима при увеличении числа сравниваемых вариантов. Проставляя большее количество оценок по шкале относительной важности при увеличении числа экспертов, можно получить обобщенный интегральный показатель, учитывающий большее число вариантов решаемой задачи, сложность получения экспертной информации для ее решения, достоверность экспертной информации, а также трудоемкость алгоритма обработки информации. В этом случае появляется большая возможность для решения многокритериальной задачи сравнительного анализа и выбора оптимальных альтернатив [27].

Представленный расчетный сценарий может быть применен в процессе принятия решений в различных областях деятельности, причем возможно использование до 10 критериев и альтернатив (рис. 1).

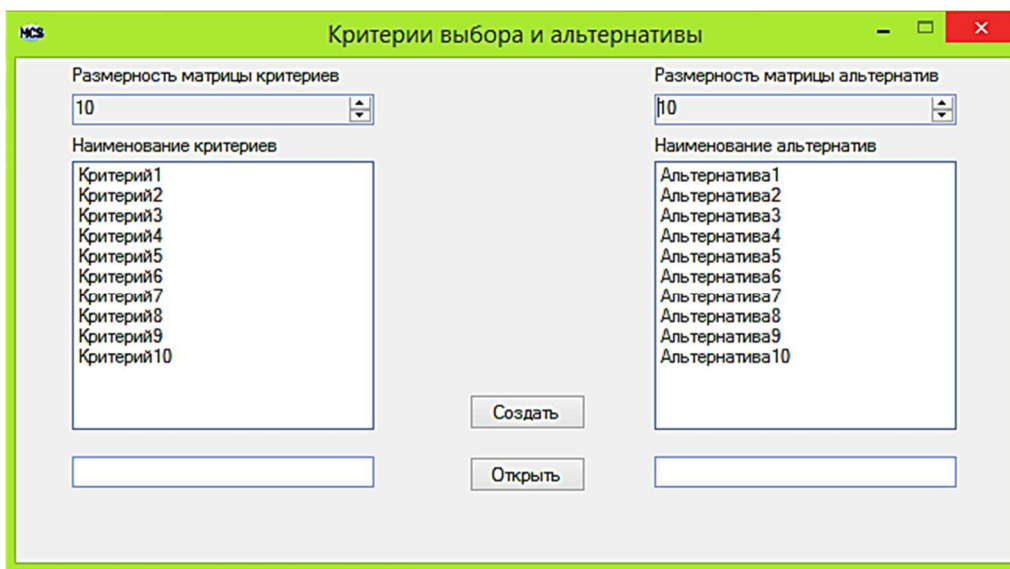


Рисунок 1 – Форма размерности матрицы критериев и альтернатив

Разработанное приложение автоматизирует расчеты векторов глобальных приоритетов по экспертам, критериям и альтернативам и вычисляет комплексную оценку максимально предпочтительной альтернативы. Результаты расчета могут быть представлены в табличной форме (рис. 2) и в виде диаграммы глобальных приоритетов (рис. 3).

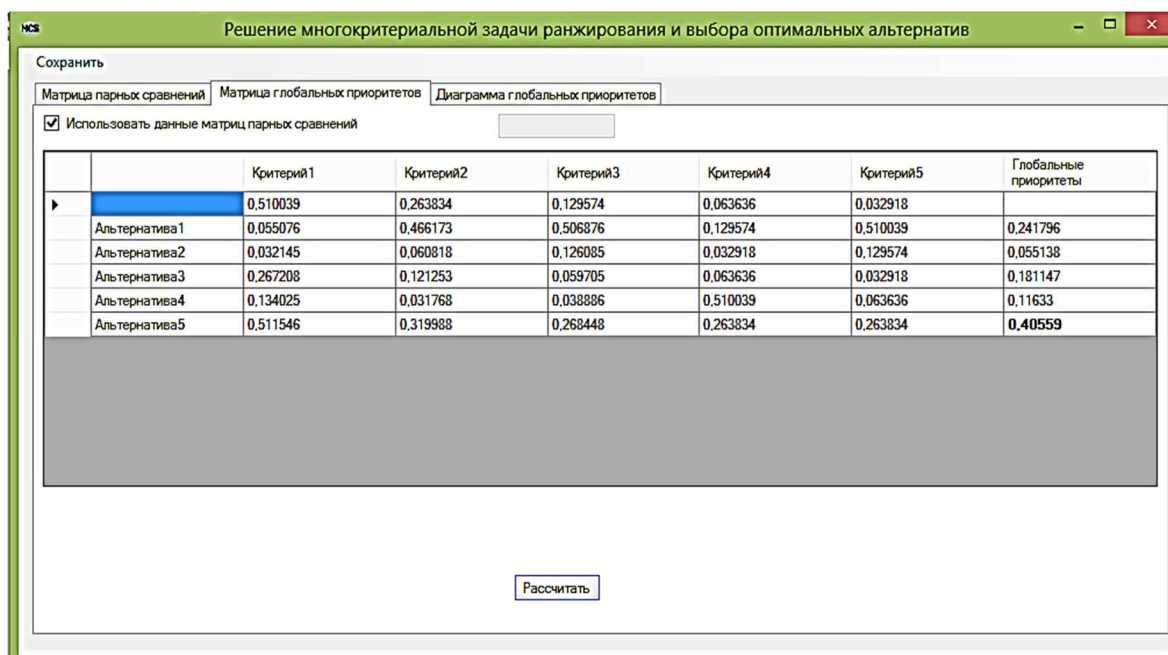


Рисунок 2 – Матрица глобальных приоритетов

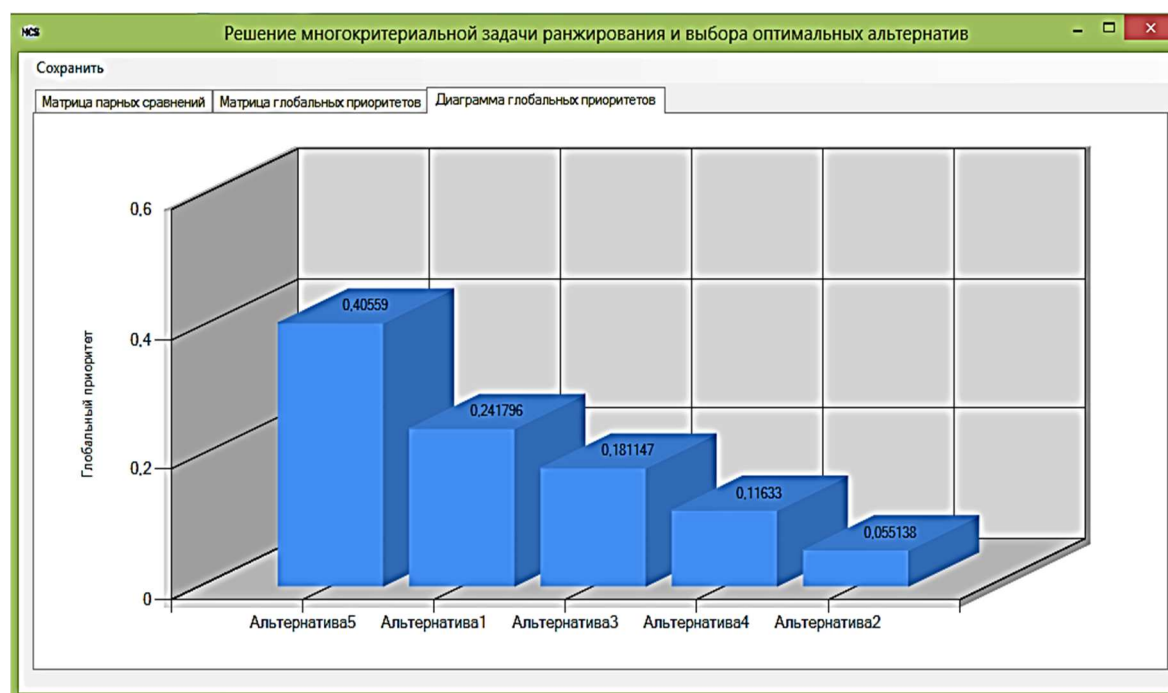


Рисунок 3 – Диаграмма глобальных приоритетов

Гистограмма на рисунке 3 иллюстрирует результаты вычислений глобальных приоритетов для каждой из рассмотренных альтернатив.

Список литературы:

1. Аверченков В.И. Математическое моделирование анализа и обоснования решений по выбору оптимальной конфигурации программно-технических средств на основе применения сетевых моделей принятия решений / В.И. Аверченков, А.Г. Подвесовский, С.М. Брундасов. – 2003. – URL : www.econ.asu.ru/lib/sbom/regec2003/pdf/21.pdf (дата обращения 19.05.2022).
2. Андрейчикова О.А. Принятие решений в условиях взаимной зависимости критериев и альтернатив сложных технических систем / О.А. Андрейчикова // Информационные технологии. – 2001. – № 11. – С. 14–19.

3. Прилипко В.А. Разработка и реализация методики проектирования технических средств для АСУТП на примере СМ ЭВМ : автореф. дис. ... канд. техн. наук. ... спец. 05.13.05. – М., 2010. – 24 с.
4. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова – М. : Финансы и статистика, 2000. – 368 с.
5. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.
6. Фишберн П.С. Теория полезности для принятия решений / П.С. Фишберн; Пер. с англ. – М. : Наука, 1977. – 352 с.
7. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати; Пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1993. – 320 с.
8. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде; Пер. с англ.; Под ред. Н.Н. Моисеева, С.А. Орловского. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
9. Трофимец В.Я. К вопросу разработки основных вычислительных процедур метода анализа иерархий / В.Я. Трофимец // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2004. – № 7. – С. 848–863. – URL : <http://zhurnal.gpi.ru/articles/2005/102.pdf>. (дата обращения 19.05.2022).
10. Saaty T.L. Decision making with Dependence and Feedback / T.L. Saaty // The Analytic Network Process. Pittsburgh : PWS Publications, 2000. – 370 p.
11. Ногин В.Д. Упрощенный вариант метода анализа иерархий на основе нелинейной свертки критериев / В.Д. Ногин // ЖВМиМФ. – 2004. – Т. 44. – № 7. – С. 1259–1268.
12. Резниченко О.С. Применение метода анализа иерархий для решения бизнес-задач многокритериального выбора / О.С. Резниченко, В.Г. Салина // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2013. – № 2. – С. 43–47.
13. Мукина И.А. Программное обеспечение для выбора проектных решений в гальваническом производстве на основе модифицированного метода анализа иерархий / И.А. Мукина, Д.С. Соловьев, Ю.В. Литовка // Инновационные материалы и технологии в машиностроительном производстве. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Омск, 18 августа 2017 г. Уфа : ООО «Агентство международных исследований», 2017. – С. 52–54.
14. Латыпова В.А. Выбор оптимального способа реализации инструментального средства управления обучением с помощью метода анализа иерархий / В.А. Латыпова // Инженерный вестник Дона. – 2017. – Т. 45. – № 2(45). – С. 45. – URL : ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4120 (дата обращения 19.05.2022).
15. Официальный сайт программы MPRIORITY. – URL : tomakechoice.com/mpriority.html
16. Официальный сайт программы AHP Analyzer. – URL : naarm.org.in/ahp
17. Официальный сайт программы easyAHP. – URL: tool.easyahp.com
18. Официальный сайт программы 123ahp. URL : www.123ahp.com
19. Официальный сайт программы AHP-OS. – URL : bpmsg.com/academic/ahp.php
20. Официальный сайт программы AHP Software. – URL : www.transparentchoice.com/ahp-software
21. Официальный сайт программы Super Decisions. – URL : superdecisions.com
22. Официальный сайт программы СППР Выбор. – URL : www.ciritas.ru/product.php?id=10
23. Официальный сайт программы Expert Choice Comparion. – URL : www.expertchoice.com/comparion
24. Официальный сайт программы Logical Decisions. – URL : www.logicaldecisions.com
25. Официальный сайт программы Criterium DecisionPlus. – URL : www.infoharvest.com/ihroot/infoharv/products.asp#CDP30
26. Выбор автоматизированной системы на основе метода парных сравнений / А.И. Бикчурина, И.К. Скокова, А.А. Санин, Ф.А. Василько // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-3. – С. 483–487. – URL : <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40881> (дата обращения 19.05.2022).
27. Метод согласованности матриц парных сравнений на основе компонент их максимальных собственных чисел / Е.В. Лубенцова, Е.В. Ожогова, В.Ф. Лубенцов, Е.А. Шахрай, Г.В. Масютина // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 7. – С. 78–83.

УДК 681.5

**МЕТОДИКА ВЫБОРА ПРОГРАММИРУЕМОГО
ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА ПРОЕКТИРУЕМОЙ САУ**



**THE METHOD OF SELECTING A PROGRAMMABLE
LOGIC CONTROLLER OF THE DESIGNED ACS**

Лубенцова Е.В.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Терехов Я.Д.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Масякин С.С.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Мухин В.А.

Кубанский государственный технологический университет
vf.lubentsov@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена методика, позволяющая провести оценку и принять решение о выборе программируемого логического контроллера (ПЛК). В качестве критериев выбора использованы потребительские свойства, а технические и эксплуатационные характеристики являются ограничениями. По результатам расчета производится ранжирование и строится диаграмма оценок потребительских характеристик ПЛК, позволяющая принять решение о выборе оптимальной альтернативы.

Ключевые слова: программируемые логические контроллеры (ПЛК), технические и эксплуатационные характеристики ПЛК, методика экспертных оценок, ранжирование, диаграмма комплексных оценок.

Lubentsova E.V.

Doktor in Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Terekhov Ya.D.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Masyakin S.S.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Mukhin V.A.

Kuban State Technological University
vf.lubentsov@yandex.ru

Abstract. A technique is considered that allows to evaluate and decide on the choice of a programmable logic controller (PLC). Consumer properties are used as selection criteria, and technical and operational characteristics are limitations. Based on the results of the calculation, a ranking is made and a diagram of the estimates of the consumer characteristics of the PLC is constructed, which makes it possible to make a decision on choosing the optimal alternative.

Keywords: programmable logic controllers (PLC), technical and operational characteristics of PLC, methods of expert assessments, ranking, integrated assessment diagram.

В настоящее время автоматизация большого количества производственных процессов выполняется с использованием современных информационных технологий. Крупными российскими производителями программируемых логических контроллеров (ПЛК) являются Контар, Овен, Segnetics, Fastwel, При выборе производителя необходимо в первую очередь посмотреть линейку ПЛК, которые уже используются на предприятии. Нежелательно при проектировании САУ на одном производстве создавать парк и устанавливать на каждую машину свой контроллер. Снижение номенклатуры ПЛК на заводе облегчает обслуживание производства и снижает затраты на обучение персонала.

После того, выбран конкретный производитель ПЛК, целесообразно просмотреть линейку ПЛК, оценить, насколько она широкая, можно ли решать задачи разного уровня сложности. Условно по своим возможностям ПЛК можно разделить на три группы: малые, средние и большие.

Малые ПЛК предназначены для простых задач. Количество подключаемых устройств ограничено числом (около 100). При этом малые ПЛК уже содержат небольшое количество входов/выходов, и нет необходимости подбирать отдельные модули (одна задача – один контроллер). При этом на современных контроллерах этой группы можно решить самые разнообразные задачи.

Самая широкая группа ПЛК – средняя. ПЛК этой группы делаются модульными, чтобы можно было гибко подобрать конфигурацию для решения задачи. С помощью таких контроллеров можно построить систему автоматизации целой линии или цеха.

Средние ПЛК поддерживают различные сетевые технологии для интеграции с полевыми устройствами, для объединения управляющих устройств, а также для связи с верхним уровнем автоматизации.

Очень немногие производители производят большие ПЛК. Они позволяют реализовать автоматизацию всем предприятием, при этом без сетевых технологий обойтись здесь уже невозможно. По функциональным возможностям они не отличаются от средних ПЛК.

Разработчику систем автоматизации приходится делать свой выбор из объективного сравнения ПЛК разных производителей. Сравнить их на практике оказывается довольно сложно, поскольку производители дают технические данные в разных единицах измерения, что приводит к дополнительным затруднениям. Но чаще всего, в первую очередь, необходимо просто определиться, сможет ли выбранный контроллер решить поставленную задачу или нет.

Самая важная характеристика ПЛК при его выборе – количество точек ввода/вывода [1]. Это максимальное количество дискретных устройств (датчиков и исполнительных механизмов типа включен/выключен), которое можно подключить к ПЛК. В документации производителя это число указывается для самого мощного из серии ПЛК с учетом всех модулей расширения. Аналоговые входы/выходы в это число не входят. Количество аналоговых сигналов, чаще всего, ограничивается количеством модулей расширения. Малые ПЛК сильно ограничены в подключении аналоговых сигналов. При количестве сигналов более восьми, нужно рассматривать средние ПЛК или другие способы сбора аналоговых данных.

Если ПЛК требуется интегрировать в сеть предприятия, нужно проанализировать, поддерживается ли интересующий нас интерфейс данным контроллером. Существует огромное количество сетей и интерфейсов. Они отличаются по назначению и широте использования. Выбор интерфейса для нового применения – это отдельная задача. Но если нужно произвести обмен между существующим ПЛК и новым, то, естественно, оба должны поддерживать общий интерфейс уровня управления. По интерфейсам полевого уровня также могут подключаться некоторые датчики и исполнительные механизмы. Малые ПЛК поддерживают небольшое количество сетей полевого уровня. Средние и большие ПЛК поддерживают большую номенклатуру сетей и интерфейсов.

При выборе ПЛК нужно руководствоваться не только аппаратными возможностями, но и функциональными возможностями среды разработки программ.

Исходя из вышесказанного, можно определить общую последовательность при выборе ПЛК:

- провести анализ существующих контроллеров, уже используемых на объекте;
- определиться с производителем ПЛК;
- установить необходимое количество точек ввода/вывода;
- установить количество аналоговых сигналов;
- определиться с сетями для подключения датчиков и исполнительных механизмов;
- определиться с сетями для связи контроллеров и верхнего уровня;
- выбрать конкретную модель ПЛК и необходимые модули.

Различные вычислительные средства, программные технологии и протоколы взаимодействия применяются для управления технологическими процессами на нижних уровнях автоматизации – интеллектуальные датчики, объединенные в промышленные информационные сети, ПЛК на базе микропроцессорных компонентов. На верхних уровнях – вычислительные сети масштабов предприятия, автоматизированные рабочие места операторов, системы хранения технологической информации (базы данных) и другие программно-технические средства. Совокупность программно-вычислительных средств автоматизации технологического производства и их инфраструктура образует программно-технический комплекс (ПТК) технологического процесса.

На вход ПТК от датчиков поступают сигналы, несущие информацию о технологических параметрах процесса. Комплекс реализует заданные функции контроля, учета, регулирования, последовательного логического управления и выдает результаты на экран дисплея рабочей станции оператора и управляющие воздействия на исполнительные механизмы объекта автоматизации. Целесообразно определить структуру и функционирование программно-технического комплекса таким образом, чтобы имелась

возможность масштабирования и простой интеграции этой системы в АСУТП производства.

Проектируемая САУ по своей структуре должна представлять централизованную автоматизированную систему управления. Прежде всего, это обусловлено сосредоточением всех элементов объекта управления на небольшом пространстве. Кроме того, предлагаемая структура системы автоматизированного управления позволит снизить затраты на оборудование ПТК, а также трудоемкость и время создания системы управления и проведения пуско-наладочных работ [2].

Применяя современные принципы построения систем автоматизированного управления, можно определить следующую структуру АСУ:

- диспетчерский уровень;
- сетевой интерфейсный уровень;
- уровень контроллеров и модулей ввода-вывода;
- уровень датчиков и исполнительных механизмов [2].

С учетом поставленной задачи, результатов анализа технических, эксплуатационных характеристик и потребительских свойств ПЛК и их производителей, а также в результате анализа российского рынка средств промышленной автоматизации был выбран ряд контроллеров и составлена сводная таблица, в которой приведены некоторые характеристики ПЛК различных производителей. Рассматриваемые контроллеры имеют сходные функциональные возможности, близкие технические и эксплуатационные характеристики, некоторые почти одинаковые размеры. Все контроллеры построены по магистрально-модульному принципу, монтируются на панель или DIN-рейку, работают от напряжения от +24 до 220 В и поддерживают протоколы обмена Fieldbus, некоторые Ethernet, имеют широкий набор модулей [2].

При этом критериями выбора приняты потребительские свойства, т.е. соотношение показателей затраты/производительность/надежность, а технические и эксплуатационные характеристики – ограничения для процедуры выбора.

На первом этапе каждая техническая характеристика анализируемого изделия сравнивается с предъявленными к проектируемой системе требованиями, и если данная характеристика не удовлетворяет этим требованиям, изделие снимается с рассмотрения.

Такой же анализ проводится на втором этапе с эксплуатационными характеристиками, и только если технические и эксплуатационные характеристики соответствуют поставленной задаче и предъявленным требованиям, проводится оценка потребительских свойств ПЛК [2].

Для этого вначале составляется сводная анкета экспертных оценок для каждого ПЛК, затем определяются весовые коэффициенты и вычисляются комплексные и интегральные оценки потребительских характеристик ПЛК. Производится ранжирование и строится диаграмма оценок потребительских характеристик ПЛК.

Нами разработана программа PLC Expert на языке программирования C#, предназначенная для решения многокритериальных задач выбора оптимальной альтернативы (рис. 1). Оценка потребительских свойств ПЛК производится аддитивным методом оценки, когда вычисляется суммарная оценка каждой группы свойств (характеристик) (затраты/производительность/надежность).

Разработанный алгоритм выбора ПЛК методом экспертных оценок позволяет производить ранжирование альтернатив и по результатам вычислений строить диаграмму комплексных оценок потребительских характеристик ПЛК (рис. 2), что существенно облегчает процедуру решения многокритериальных задач оптимального выбора альтернатив [3].

Кроме того, разработанная программа PLC Expert позволяет вводить новые группы характеристик и их свойства, а также привлекать большое количество экспертов с оценкой значимости новых свойств и характеристик ПЛК (рис. 3, 4). Таким образом, путем введения новых групп и свойств расширяется дерево характеристик ПЛК. Результаты расчета могут быть переданы и сохранены в Microsoft Excel (рис. 5).

Программная реализация функций логических контроллеров позволяет постоянно адаптировать их к работе в новых условиях с минимальными усилиями и затратами.

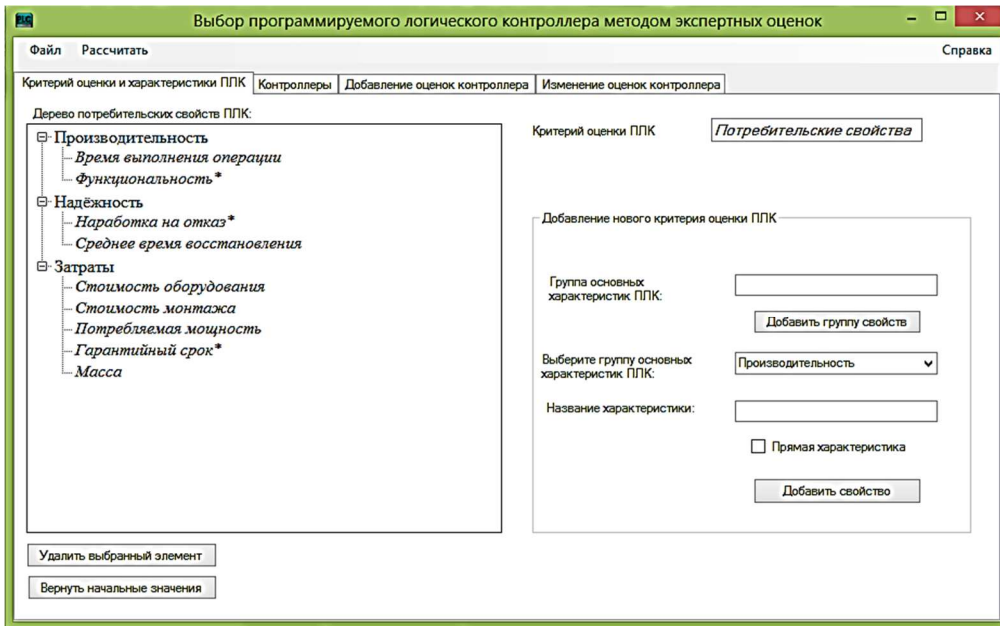


Рисунок 1 – Главное окно программы для выбора ПЛК методом экспертных оценок

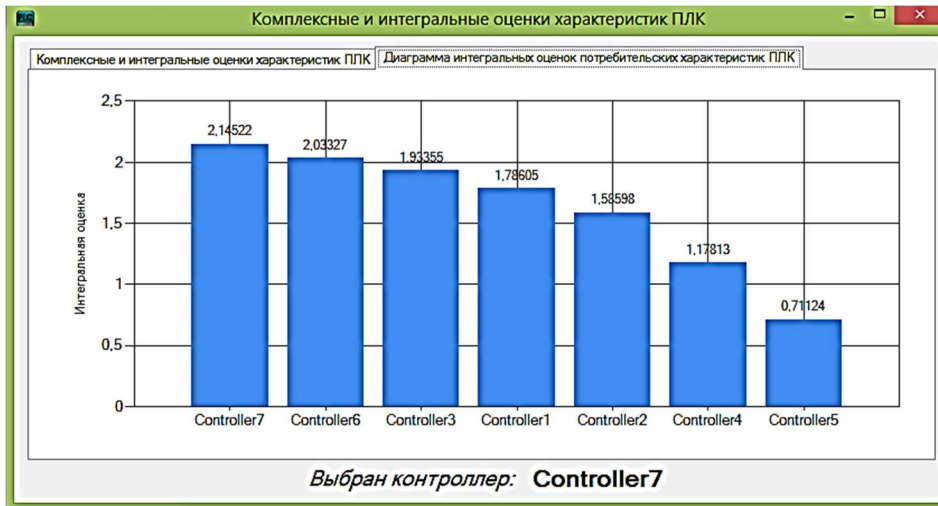


Рисунок 2 – Диаграмма интегральных оценок потребительских характеристик ПЛК

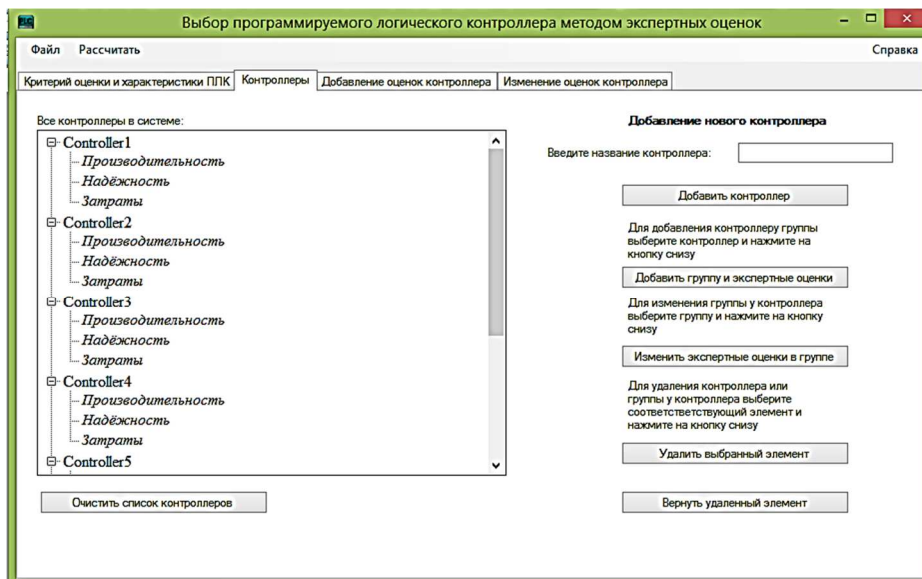


Рисунок 3 – Дерево характеристик ПЛК

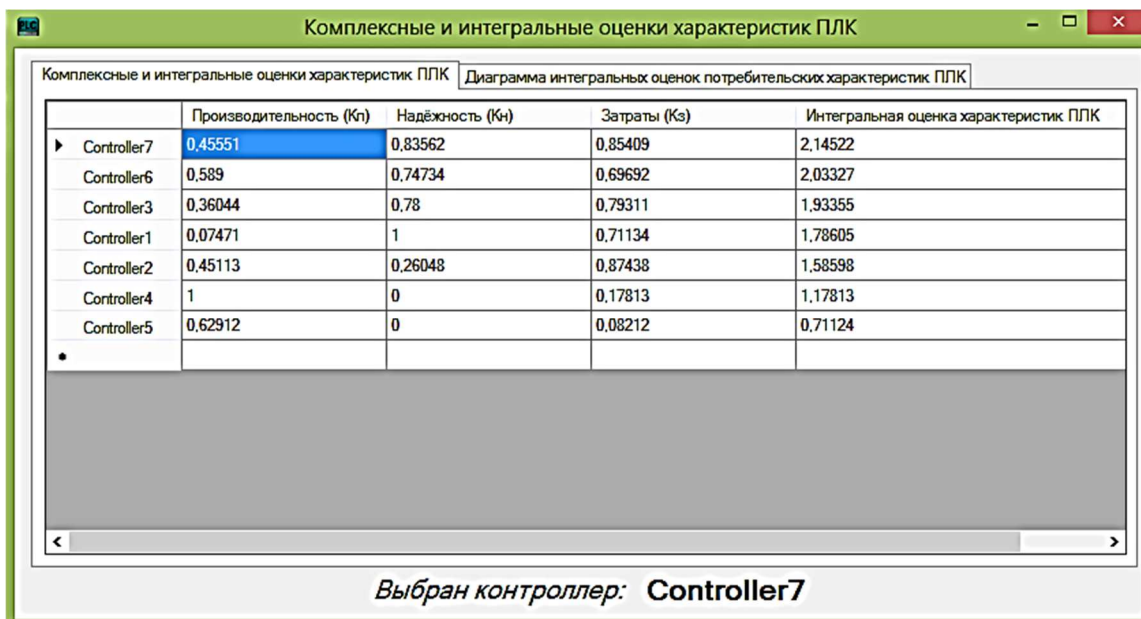


Рисунок 4 – Комплексные и интегральные оценки характеристик ПЛК

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Controller7															
2	Название	Название	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Эксперт 6	Эксперт 7	Эксперт 8	Эксперт 9	Эксперт 1	сумма оц ai	∑ai	Wi	
3	Производительность														15,2	
4	Время вы	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	74	7,4		0,486842
5	Функцион	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	78	7,8		0,513158
6	Надёжность														14,6	
7	Наработа	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	98	9,8		0,671233
8	ср. вр. вос	5	6	7	5	4	3	4	6	5	3	48	4,8			0,328767
9	Затраты														43,1	
10	Стоимост	8	8	9	6	9	8	8	8	8	8	8	80	8		0,185615
11	Стоимост	9	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	88	8,8		0,204176
12	Потребля	10	10	10	9	9	9	10	10	10	10	10	97	9,7		0,225058
13	Гарантий	8	8	8	10	10	10	10	9	9	10	10	92	9,2		0,213457
14	Масса, кг	9	9	9	8	8	7	5	8	5	6	74	7,4			0,171694
15																
16	Controller6															
17	Название	Название	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Эксперт 6	Эксперт 7	Эксперт 8	Эксперт 9	Эксперт 1	сумма оц ai	∑ai	Wi	
18	Производительность														16,8	
19	Время вы	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	86	8,6		0,511905
20	Функцион	9	9	9	9	9	9	7	8	7	8	7	82	8,2		0,488095
21	Надёжность														18,8	
22	Наработа	10	10	9	9	9	9	10	9	9	9	9	93	9,3		0,494681
23	ср. вр. вос	10	10	10	10	8	8	10	10	10	10	9	95	9,5		0,505319
24	Затраты														45,1	
25	Стоимост	10	10	10	7	8	9	7	7	7	7	7	82	8,2		0,181818
26	Стоимост	8	8	9	9	9	9	8	9	8	9	8	86	8,6		0,190687

Рисунок 5 – Фрагмент сохранения результатов расчета в Microsoft Excel

Проведенный анализ не претендует на полноту охвата всех показателей в основном по субъективным причинам. Однако даже при ограниченном числе показателей можно сделать вывод о том, что данная методика позволяет провести оценку и принять обоснованное решение о выборе ПЛК. Применение ПЛК обеспечивает высокую надежность, упрощает обслуживание систем управления, ускоряет процесс установки и ремонта оборудования, обновляет алгоритмы управления не только на простаивающем оборудовании, но и на рабочем. Сферы применения программируемого логического контроллера очень широки. Актуальной остается разработка ПЛК полностью на отечественной элементной базе, что особенно важно в период импортозамещения в России.

Список литературы:

1. Выбор программируемого логического контроллера. – URL : <https://bv1.center/vyibor-plk.html> (дата обращения 21.03.2022).

2. Система автоматизированного управления процесса стерилизации биореактора. – URL : https://studizba.com/files/show/doc/139689-2-all_diplom_reliz.html (дата обращения 15.03.2022).
3. Шахрай Е.А. Обоснование метода обработки экспертных оценок в задачах сравнительного анализа и выбора альтернатив / Е.А. Шахрай, В.Ф. Лубенцов, В.А. Демидов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей XII Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – Краснодар, 2022. – С. 303–305.

УДК 004

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ
RFID-ТЕХНОЛОГИИ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРА СЕМЕЙСТВА ATMEGA**



**DEVELOPMENT OF A USER AUTHENTICATION SYSTEM BASED
ON RFID TECHNOLOGY AND ATMEGA FAMILY MICROCONTROLLER**

Шоничев Е.В.

Кубанский государственный технологический университет
ozhogova.e.v@mail.ru

Меркулов П.А.

Кубанский государственный технологический университет
ozhogova.e.v@mail.ru

Ожогова Е.В.

Кубанский государственный технологический университет
ozhogova.e.v@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена описанию технической и программной реализации системы аутентификации пользователя на основе технологии радиочастотной идентификации и аппаратной платформы Arduino Uno. Разработанная система позволяет облегчить процедуру входа в учетную запись пользователя без надобности ввода сложного пароля, используя специальную бесконтактную карту доступа или брелок. Также рассмотрена возможность применения такого рода систем при вводе двухфакторной аутентификации пользователя в целях повышения безопасности системы и уменьшения вероятности нелегального доступа к данным.

Ключевые слова: микроконтроллер, радиочастотная идентификация, бесконтактная карта, аутентификация, пользователь, пароль, операционная система.

Shonichev E.V.

Kuban State Technological University
ozhogova.e.v@mail.ru

Merkulov P.A.

Kuban State Technological University
ozhogova.e.v@mail.ru

Ozhogova E.V.

Kuban State Technological University
ozhogova.e.v@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the description of the technical and software implementation of the user authentication system based on radio frequency identification technology and the Arduino Uno hardware platform. The developed system makes it easier to log in to a user account without the need to enter a complex password using a special contactless access card or keychain. The possibility of using such systems when entering two-factor user authentication is also considered in order to increase the security of the system and reduce the likelihood of illegal access to data.

Keywords: microcontroller, radio frequency identification, contactless card, authentication, user, password, operating system.

Хранение данных – одно из важнейших направлений развития техники, возникшее после появления энергонезависимых запоминающих устройств. Системы хранения данных разных масштабов применяются повсеместно: в банках, магазинах, предприятиях. По мере роста требований к хранимым данным растет сложность устройств хранилищ данных и методов их защиты. На сегодняшний день актуальной является проблема обеспечения сохранности данных, хранящихся на компьютере.

Существует множество методов для обеспечения конфиденциальности содержащихся сведений и защиты от физического доступа. Одним из наиболее известных методов является защита паролем, которая предусматривается самой операционной системой. В данном случае сохранность гарантируется только тогда, когда пользователь подходит ответственно к этому и устанавливает сложный пароль, содержащий в себе цифры, орфографические знаки и заглавные и прописные буквы. Однако, как показывает практика, большинство пользователей не хотят запоминать сложные последовательности различных символов и ставят довольно простой пароль, содержащий, к примеру, порядковую последовательность цифр (от 1 до 9), одинаковые цифры (0000 или 1111), дату рождения или имени.

Сложный пароль гарантирует, что злоумышленник не сможет получить доступ с помощью подбора символов. Однако ввод сложного пароля может быть долгим и сопровождаться ошибками в случае пропуска символа. В таком случае, одним из решений этой проблемы может стать привязка процедуры авторизации к чему-то другому, например, к бесконтактным RFID (Radio-frequency identification) картам. Для контроля, на объект закрепляется метка с уникальной информацией, которая позволяет его идентифицировать. Метка по радиосвязи передает данные об объекте на RFID-считыватель

а затем в базу данных, что дает возможность в режиме реальном времени отслеживать его состояние [1].

RFID идентификация и аутентификация – технологии, которые с каждым днем получают все более широкое применения в десятках сфер производства и, что самое главное, которой пользуется каждый день практически каждый из нас.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 19762-3-2011, радиочастотная идентификация (radio frequency identification) — это технология автоматической идентификации и сбора данных, которая использует электромагнитную или индуктивную связь, осуществляемую посредством радиоволн, для взаимодействия с радиочастотной меткой и однозначного считывания ее идентификационных данных путем применения различных видов модуляции сигнала и кодирования данных [2].

Радиочастотная метка в свою очередь, в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 15963-2011, представляет собой носитель данных системы автоматической идентификации и сбора данных, на котором хранится информация, запрашиваемая устройством считывания/опроса путем модулирования магнитного поля или несущей частоты излучаемого электромагнитного поля для ее последующей передачи в информационную систему [3].

Для организации процедуры авторизации на основе технологии RFID необходимо осуществить подбор компонентов. В качестве базы для разработки была выбрана аппаратная платформа Arduino UNO, имеющая в основе микроконтроллер Atmega328P. Платформа имеет 6 аналоговых входов, 14 цифровых входов/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы с широтно-импульсной модуляцией), кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, разъем ICSP, силовой разъем и кнопку Reset для перезагрузки. Для начала работы платформу необходимо подсоединить к компьютеру с помощью USB-кабеля, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи [4].

Считывание меток осуществляется с помощью RFID-модуля с микросхемой MFRC522 (рис. 1). Микросхема поддерживает интерфейсы SPI, UART и I2C/ Выбор интерфейса осуществляется установкой логических уровней на определенных выводах микросхемы. На данном модуле выбран интерфейс SPI.

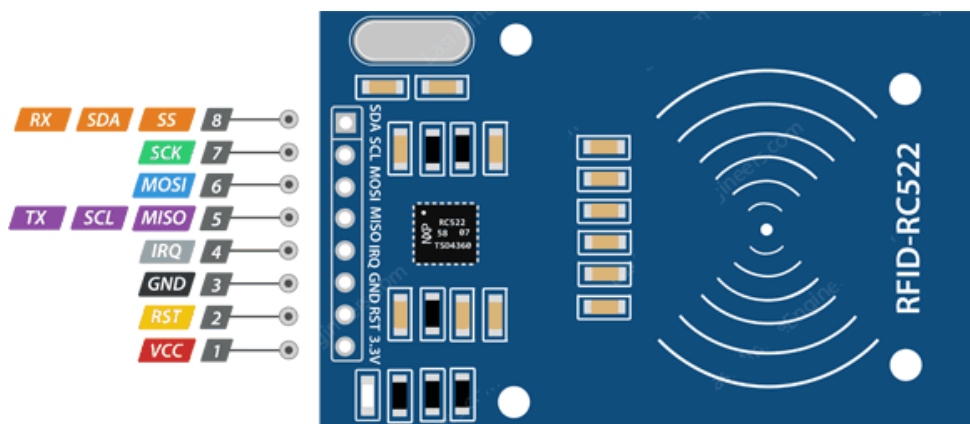


Рисунок 1 – Схема RFID-модуля с микросхемой MFRC522

Модуль имеет в своем составе следующие выходы:

- VCC – обеспечивает питание для модуля. Напряжение питания находится в диапазоне от 2,5 до 3,3V. Данный выход можно подключить к выходу 3.3V платы Arduino;
- RST – сигнал сброса, поступающий от цифрового выхода контроллера. При поступлении сигнала LOW происходит перезагрузка считывателя;
- GND – вывод заземления, должен быть подключен к выводу GND на Arduino;
- IRQ – вывод прерывания, который может предупредить микроконтроллер, когда поблизости будет RFID метка;
- MISO / SCL / Tx – действует либо как Master-In-Slave-Out (вход ведущего – выход ведомого) при включенном интерфейсе SPI, либо как последовательный тактовый сигнал при включенном интерфейсе I2C, либо как выход последовательных данных при включенном интерфейсе UART;
- MOSI (Master Out Slave In) – вход SPI для модуля RC522;

– SCK (Serial Clock) – принимает тактовые импульсы, предоставляемые мастером на шине SPI, то есть Arduino;

– вывод SS / SDA / Rx действует либо как вход, когда включен интерфейс SPI, либо как линия последовательных данных, когда включен интерфейс I2C, либо как вход последовательных данных, когда включен интерфейс UART. Этот вывод обычно помечается заключением в квадрат, чтобы его можно было использовать в качестве опорной точки для идентификации других выводов.

Подключение модуля к Arduino осуществляется с помощью разъема микроконтроллера ICSP, который используется для работы по интерфейсу SPI.

RFID метки существуют в трех частотных диапазонах:

- метки диапазона LF (125–134 кГц);
- метки диапазона HF (13,56 МГц);
- метки диапазона UHF (860–960 МГц).

Используемый модуль этот модуль работает с метками диапазона HF, в частности с протоколом MIFARE и относится к RFID-системам ближней идентификации (диапазон действия до 6 см), что позволит свести ложные срабатывания к минимуму: пользователю нужно поднести карту непосредственно к модулю.

Для авторизации пользователя также понадобится бесконтактная карта (тег или транспондер), при этом у каждого пользователя может быть определен разный уровень доступа к системе. Для световой и звуковой сигнализации подтверждения доступа или отказа в доступе были использованы светодиоды и пьезоэлектрический зуммер.

На основе подобранных компонентов была разработана схема подключения элементов RFID-системы, представленная на рисунке 2.

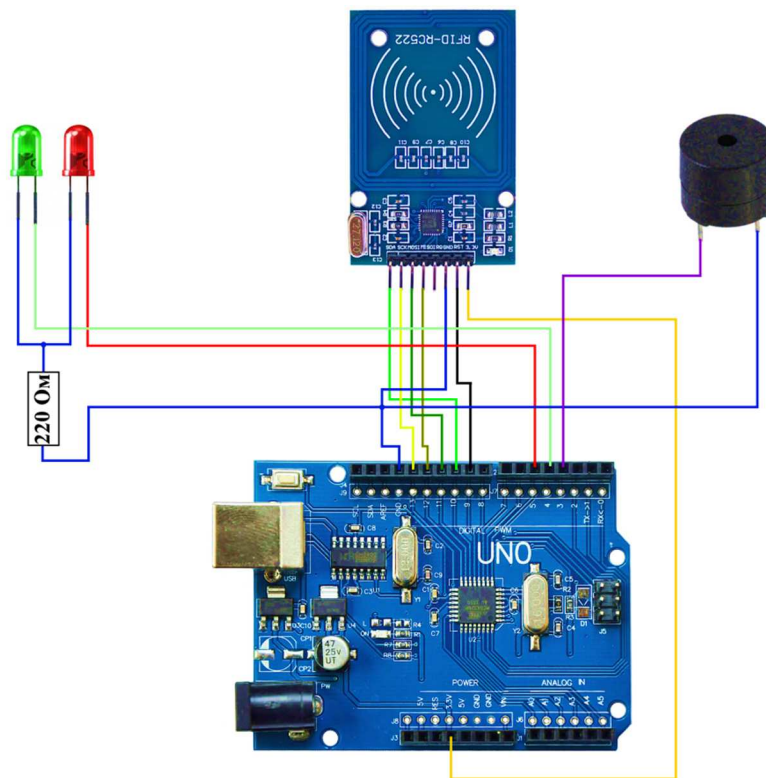


Рисунок 2 – Схема подключения компонентов RFID-системы

Для работы с микроконтроллером используется программное обеспечение Arduino IDE, с помощью которого производится разработка кода программы на языке C++. После написания программного кода и подключения всех компонентов, производится загрузка файла прошивки в микроконтроллер и отладка системы.

Для работы с RFID-модулем RC522 требуются две дополнительные библиотеки: MFRC522.h и SPI.h [4]. Все номера карт хранятся в байтовом массиве.

Исходя из схемы, представленной на рисунке 1, выводы контроллера 3, 4 и 5 используются для подключения зуммера, зеленого и красного светодиодов соответ-

ственно. Если идентификатор карты будет совпадать с тем, что зарегистрирован в системе, на зелёный светодиод будет подаваться высокий уровень напряжения, а зуммер будет издавать сигнал частотой 2 кГц длительностью 0,5 с. В противном случае – высокий уровень напряжения подаётся на красный диод, и зуммер будет издавать сигнал в течение 1,5 с. Порты 9-13 используются для подключения RFID-модуля.

Далее в системную папку необходимо добавить два новых файла в разрешении *.txt и один в *.dll. В файле RFIDCredentials.txt нужно прописать строки формата «ID карты|Имя пользователя в системе|Пароль» для сохранения данных о пользователях системы и присвоенных им идентификаторов для доступа. В файле RFIDCredSettings.txt необходимо установить COM-порт, к которому подключён микроконтроллер. После вноса всех изменений, требуется отредактировать настройки реестра, касающиеся авторизации.

Фрагмент кода, описывающий функцию передачи данных, считанных с RFID-метки, и сравнения полученных данных с сохранёнными ранее идентификаторами пользователей, описан ниже.

```
void identif (byte *buffer, byte buffersize)
{
    serial.print("ID");
    for (byte i = 0; i < buffersize; i++)
    {
        serial.print(buffer[i], DEC);
        serial.print(" ");
    }
    serial.println(0, DEC);
    serial.print('>');
}
```

В итоге после перезапуска компьютера появится учётная запись RFID, которая будет реагировать на COM-порт, который был указан ранее в настройках. После считывания верной карты, будет совершена авторизация под учётной записью пользователя, который был указан под этой картой.

Таким образом, при желании можно добавить несколько пользователей, каждому из которых будет соответствовать своя карта доступа. В случае утраты RFID-метки можно будет совершить авторизацию при помощи пароля.

К преимуществам данного способа можно отнести моментальное срабатывание на карту и отсутствие необходимости запоминать длинный трудный пароль. На основе рассмотренного метода аутентификации пользователей возможно повысить безопасность системы путем ввода двухфакторной аутентификации пользователя.

Двухфакторная система безопасности основана на том, что пользователь, кроме того, что знает пароль доступа к определенному имени пользователя («логину»), – владеет и инструментом для получения соответствующего ему ключа доступа. Последним может служить сохранённый на компьютере электронный сертификат безопасности либо пришедший на личный телефон СМС с кодом подтверждения, либо же отпечаток пальца, снятый считывающим электронным устройством. В нашем же случае аппаратным средством получения доступа к системе может стать бесконтактная карта, работающая по RFID-технологии. Тогда пользователь, введя пароль, будет обязан приложить к считывающему устройству карту, которой присвоит свой уникальный идентификатор, определяющий права пользователя.

В заключении данной работы можно сказать, что в результате рассмотрения RFID-технологии можно выделить то, что она является простой, распространённой и дешёвой в реализации. В результате этого технология находит своё применение в информационной безопасности. Уникальность RFID меток позволяет использовать эту технологию в двухфакторной аутентификации

На сегодняшний день применение RFID-технологий возможно в различных сферах человеческой деятельности. Например: в промышленности, транспортной и складской логистике, для предотвращения краж в торговых залах, в системе контроля и управления доступом, в медицине (мониторинг состояния пациентов, наблюдение за перемещением по зданию больницы), в библиотеке (станции автоматической книговыдачи), при быстрой инвентаризации, в паспорте, транспортных платежах, в сельском хозяйстве и даже в человеческих имплантатах [5].

Список литературы:

1. Григорьев П.В. Особенности технологии RFID и ее применение / П.В. Григорьев // Молодой ученый. – 2016. – № 11. – С. 317–322.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19762-3-2011 Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных (АИСД). Гармонизированный словарь. – Ч. 3: Радиочастотная идентификация (РЧИ).
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15963-2011 Информационные технологии. Радиочастотная идентификация для управления предметами. Уникальная идентификация радиочастотных меток.
4. Основы работы с Arduino // Портал «Амперка». – URL : <http://wiki.amperka.ru> (дата обращения 27.03.2022).
5. Каменева Е.А. Развитие RFID технологий в России / Е.А. Каменева, Т.Г. Марцева; Вып. ред. Ю.Ф. Эльзесер, Отв. за вып. С.В. Викторенкова // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие»: Материалы конференций ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ», Санкт-Петербург, 25–30 апреля 2019 года. – СПб. : Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2019. – С. 374–376.

УДК 004

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДВУНАПРАВЛЕННОГО ПОДСЧЕТА ПОСЕТИТЕЛЕЙ
НА БАЗЕ ИНФРАКРАСНОГО ДАТЧИКА**



**DEVELOPMENT OF A BIDIRECTIONAL VISITOR COUNTING SYSTEM BASED
ON AN INFRARED SENSOR**

Давков О.А.

Кубанский государственный технологический университет
ozhogova.e.v@mail.ru

Ожогова Е.В.

Кубанский государственный технологический университет
ozhogova.e.v@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена описанию технической и программной реализации системы двунаправленного подсчета посетителей на базе инфракрасного датчика и платформы Arduino UNO. Подобные системы могут становиться локальными узлами беспроводной сенсорной сети, например, в системах мониторинга и анализа количества посетителей в торговом центре. В ходе работы были выбраны технические средства, осуществлена программная реализация устройства. В статье приведено описание основных принципов функционирования такого рода систем, их преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: инфракрасный датчик, модуль, микроконтроллер, беспроводная сеть, передача данных.

Davkov O.A.

Kuban State Technological University
ozhogova.e.v@mail.ru

Ozhogova E.V.

Kuban State Technological University
ozhogova.e.v@mail.ru

Abstract. The article describes the technical and software implementation of a bidirectional visitor counting system based on an infrared sensor and the Arduino UNO platform. Such systems can become local nodes of a wireless sensor network, for example, in systems for monitoring and analyzing the number of visitors in a shopping center. In the course of the work, technical means were selected, the software implementation of the device was carried out. The article describes the basic principles of functioning of such systems, their advantages and disadvantages.

Keywords: infrared sensor, module, microcontroller, wireless network, data transmission.

В настоящее время происходит активное развитие беспроводных сенсорных сетей (БСС), представляющих собой распределенную самоорганизующуюся сеть датчиков (сенсоров), предназначенных для мониторинга физических или природных явлений. Можно выделить три основные составляющие БСС: локальные сенсоры, канал передачи данных и центральный узел обработки информации, каждый из которых решает свои задачи [1].

В качестве системы БСС рассмотрим систему мониторинга и анализа количества посетителей в торговом центре. По принципу работы такие системы можно разделить на следующие виды:

- системы, работающие по инфракрасному (ИК) лучу;
- системы, работающие на тепловых датчиках;
- системы с видеодатчиками.

Первый вид систем основывается на принципе пересечения инфракрасного луча. В системах, основанных на тепловых датчиках, считывают температурный фон в помещении и распознают посетителя по тепловому пятну. Наиболее точными и функциональными являются системы на основе видеоаналитики, которые позволяют не только подсчитать количество посетителей, но и составить портрет целевой аудитории, сформировать развернутые отчеты по посещаемости.

В целях изучения принципов функционирования системы примем в качестве локального сенсора активный ИК-датчик. Под инфракрасными приборами в целом понимают устройства, предназначенные для генерирования немонахроматического инфракрасного излучения, а также для обнаружения и обработки сигнала информации от источника излучения. Таким источником может быть любой объект как с собственным, так и с отраженным излучением [2].

ИК-датчик состоит из двух основных элементов: генератора и приёмника ИК-излучения. Между ними проходит инфракрасный луч. Принцип работы системы заключается в том, что при пересечении луча датчик срабатывает и счетчик увеличивает или уменьшает свое значение. Система подсчета в зависимости от количества датчи-

ков может быть однонаправленной – имеется только один луч, и двунаправленной – имеется два луча, в зависимости от очередности их пересечения счетчик фиксирует входящих или выходящих людей.

Была разработана система двунаправленного подсчета посетителей и управления освещением на базе аппаратной платформы Arduino Uno, имеющей в основе микроконтроллер Atmega328P. Для разработки упрощенной модели системы (рис. 1) были использованы следующие средства:

- аппаратная платформа Arduino Uno;
- двустрочный жидкокристаллический дисплей LCD 1602 с модулем I2C;
- электромагнитное реле SRD-05VDC-SL-C;
- лампочка;
- ИК-датчик типа YL-63 – 2 шт.

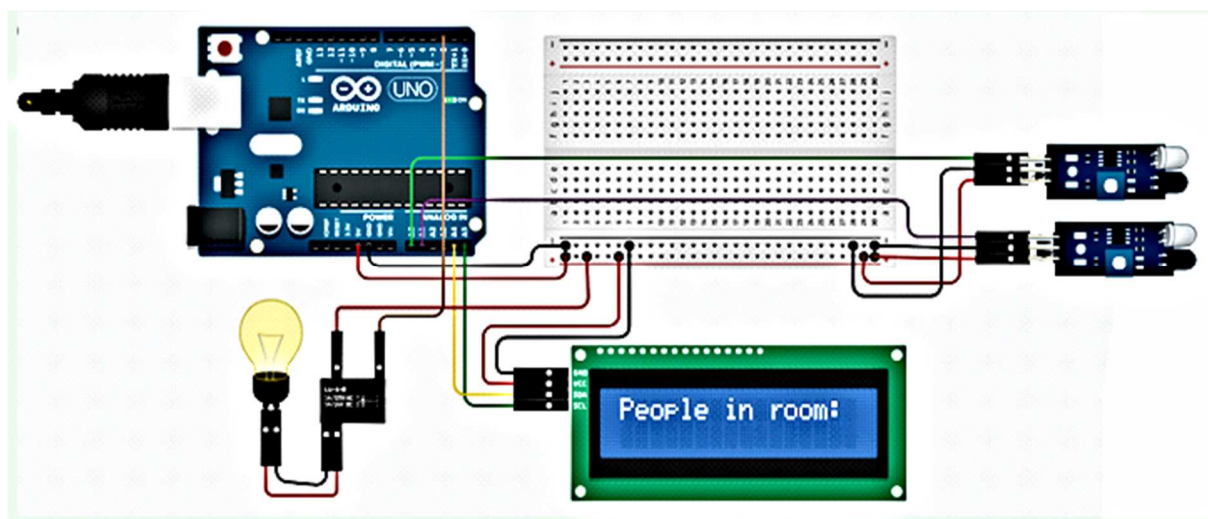


Рисунок 1 – Схема подключения элементов системы

Модуль датчика YL-63 содержит инфракрасный передатчик (ИК диод) излучающий свет в прямом направлении (~700 нм) и приемник (фотодиод), который измеряет отраженное ИК излучение. Если отраженный свет достигает определенного порога на выходе появляется положительный импульс. Так же, количество отраженного излучения зависит от цвета поверхности от которой оно отражается. Если поверхность белая то модуль сработает на максимальной расстоянии, если темная или матовая излучение не отразится и модуль не сработает.

Основная микросхема ИК датчика препятствия – это компаратор LM393, который производит сравнение уровней напряжений на входах INB- и INB+. Чувствительность порога срабатывания можно задать с помощью потенциометра, установленного на плате модуля. В результате сравнений, на выходе OUTB микросхемой формируется сигнал «LOW» или «HIGH».

Используя два датчика (А и В) и учитывая очередность их срабатывания, можно провести подсчет посетителей, вошедших и вышедших из помещения и сделать вывод о том, есть ли в помещении люди. Схема расположения устройств и порядок их срабатывания приведен на рисунке 2.

При входе человека в помещение первым срабатывает датчик А и подает сигнал на пин А0 контроллера, вторым срабатывает датчик В и подает сигнал на пин А1. При выходе из помещения датчики реагируют в обратном порядке: первым срабатывает датчик В, вторым – А.

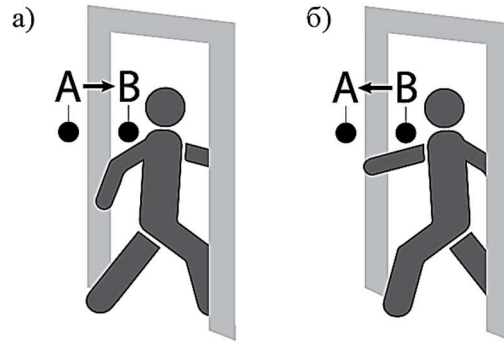


Рисунок 2 – Схема расположения датчиков А и В и порядок их срабатывания

Анализируя порядок срабатывания датчиков, контролер, в соответствии с заложенным алгоритмом работы, увеличивает или уменьшает значение переменной «count», в которой хранится значение количества людей в помещении и инкрементирует значение переменной «count_sum», хранящей значение общего количества посетителей. Сведения фиксируются в энергонезависимой памяти устройства, выводятся на экран дисплея, а также при использовании систем беспроводной передачи данных их можно передать на компьютер ответственного сотрудника.

В качестве микроконтроллера была выбрана аппаратная платформа Arduino Uno. Данный вид микроконтроллеров может быть использован как для проектирования автономных объектов автоматики, так и подключаться к программному обеспечению на компьютере через стандартные проводные и беспроводные интерфейсы. Arduino Uno построен на базе микропроцессора ATmega328. Контроллер имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подсоединить платформу к компьютеру с помощью кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи [4].

Файл прошивки микроконтроллера создается в программной среде Arduino IDE на языке C++. Для описания действий при считывании сигнала с датчиков используются функции типа void. Они представляют собой подпрограмму и позволяют вызывать ее из любого места программы при определенном условии. Так, если человек зашел в помещение, то датчики сработают в порядке А, затем В, программа выполнит функцию void ENTER и инкрементирует счетчик посетителей и счетчик людей, находящихся в помещении, и выводит данные значения на дисплей. Если же человек выходит, то датчики срабатывают в обратном порядке и программа выполняет функцию void OUT: декрементирует счетчик людей, находящихся в данный момент в помещении и выводит значение на дисплей.

Описание функции типа void в среде программирования Arduino IDE для подсчета количества вошедших посетителей выглядит следующим образом:

```
void ENTER()
{
    count++;
    lcd.clear();
    lcd.print("Person counter:");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(count);
    delay(1000);
}
```

Фрагмент кода, отвечающий за вычитание из счетчика количества вышедших посетителей выглядит следующим образом:

```
void OUT()
{
    count--;
    lcd.clear();
    lcd.print("Person counter:");
```

```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(count);
delay(1000);
}

```

Данные функции вызываются главной программой при поступлении сигнала с датчиков А и В в соответствующем порядке.

Система также может служить для управления освещением в помещении или подачей питания на электроприборы. Если значение переменной count ≤ 0 , это означает, что в помещении никого нет, тогда контроллер подает сигнал на отключение освещения. Если переменная count > 0 , значит в помещении есть люди, тогда то при помощи реле включаем освещение в комнате:

```

if (count<=0)
{
  lcd.clear ();
  digitalWrite (relay, LOW);
  lcd.clear ();
  lcd.print ("NoOne In The Room");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Light Off");
  delay(200);
}
else
digitalWrite(relay, HIGH);

```

После написания программного кода и подключения компонентов к микроконтроллеру, производится загрузка файла прошивки в микроконтроллер и отладка системы. С помощью потенциометра, установленного на модуле инфракрасного датчика, необходимо настроить чувствительность порога срабатывания датчика. После этого можно осуществлять монтаж системы.

Использование двух инфракрасных датчиков вместо одного позволит получать более достоверную информацию в отличие от систем с одним датчиком. Двухлучевой принцип мониторинга позволяет определять направление потока посетителей и в соответствии с полученными данными инкрементировать или декрементировать счетчик посетителей, позволяя подсчитывать общее количество людей, зашедших в помещение за определенный период времени, и получать данные о количестве людей, находящихся в помещении в текущий момент.

Разрабатываемое устройство может быть размещено в проходах, ширина которых не превышает 2 метров, поэтому наиболее целесообразно устанавливать подобные системы в небольших коммерческих помещениях, офисах, магазинах и т.д., в которых необходимо собирать данные о дневном трафике посетителей. По типу монтажа такая система является горизонтальной.

Недостатками данного рода систем является их погрешность при подсчете людей, проходящих не по одному. Прошедших одновременно двух человек система воспримет как одного посетителя, поэтому дверной проем, в котором размещается исследуемое устройство, не должен быть широким. Также систему можно дополнить датчиком движения для более корректного управления освещением в помещении.

Преимуществами рассматриваемой системы можно считать простоту ее сборки, монтажа и настройки, а так же ее невысокую стоимость по сравнению с системами с видеодатчиками и тепловыми сенсорами. Также такие системы обладают низкой заметностью и имеют относительно высокую защищенность от помех, перепада температуры и влажности воздуха.

При подключении к компьютеру или при использовании беспроводной передачи данных с помощью модулей Bluetooth или WiFi возможно передавать данные и формировать аналитический отчет о количестве посетителей за разные промежутки времени.

Такого рода система может использоваться в торговых центрах, магазинах для расчета показателя конверсии, который указывает сколько посетителей стали покупателями. Кроме того, количество посещений можно отслеживать как отдельный показатель в динамике и оценивать, к примеру, насколько эффективными были проведены маркетинговые мероприятия по привлечению покупателей. Также анализ трафика позволяет оптимизировать закупки и выстроить оптимальный рабочий график.

Список литературы:

1. Справочник по основам инфракрасной техники / Под ред. Л.З. Криксунова. – М. : Советское радио, 1978. – 400 с.
2. Парфенов В.И. Применение беспроводной сенсорной системы для охраны объектов с использованием датчиков инфракрасного излучения / В.И. Парфенов, В.Д. Ле // Компьютерная оптика. – 2021. – Т. 45. – № 3. – С. 364–371.
3. Основы работы с Arduino // Портал «Амперка». – URL : <http://wiki.amperka.ru> (дата обращения 15.03.2022).
4. Контроллер Ардуино / О.В. Царегородцева, К.С. Голованова, Д.Н. Болгов [и др.] // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей XXVIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 мая 2019 года. – Пенза : «Наука и Просвещение»(ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 102–106.
5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. – 2-е издание. – СПб. : БХВПетербург, 2018. – 256 с.

УДК 624.01

**СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ
СЕДЬМОГО ПОДСЕМЕЙСТВА ПЕРВОГО СЕМЕЙСТВА**



**STRUCTURAL SYNTHESIS OF THE MECHANISMS
OF THE SEVENTH SUBFAMILY OF THE FIRST FAMILY**

Вовкотруб В.В.

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

Аннотация. В статье рассмотрены основы структурного синтеза механизмов седьмого подсемейства первого семейства. Найден полный состав решений для данного подсемейства при сложности базисного звена цепи равной трем, подвижности механизмов равной единице и числе подвижных звеньев от трех до семи. Полученные решения позволяют найти все без исключения структурные схемы механизмов седьмого подсемейства первого семейства при заданных параметрах.

Ключевые слова: механизмы седьмого подсемейства первого семейства, синтез структуры механизма, подвижность, базисное звено цепи, кинематическая пара.

Vovkotrub V.V.

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

Abstract. The article considers the fundamentals of the structural synthesis of the mechanisms of the seventh subfamily of the first family. The complete set of solutions for this subfamily is found for the complexity of the basic chain link equal to three, the mobility of mechanisms equal to one and the number of moving links from three to seven. The solutions obtained make it possible to find all, without exception, structural diagrams of the mechanisms of the seventh subfamily of the first family for given parameters.

Keywords: mechanisms of the seventh subfamily of the first family, synthesis of the structure of the mechanism, mobility, basic link of the chain, kinematic pair.

Полный системный синтез структур механизмов седьмого подсемейства первого семейства возможен при разделении их на виды в зависимости от сложности базисного звена и при учете всего многообразия кинематических пар второго и пятого классов.

Обратимся к вопросу о синтезе структур механизмов седьмого подсемейства первого семейства. Используя для этих целей совместно универсальную структурную систему [1] и структурную формулу механизмов седьмого подсемейства, получим исходную систему уравнений:

$$\begin{cases} p = \tau + (\tau - 1)n_{(\tau-1)} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{(\tau-1)} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{1(\tau)} = 5n - 4p_5 - p_2, \end{cases} \quad (1)$$

где $W_{1(\tau)}$ – подвижность механизмов седьмого подсемейства первого семейства ($W_{1(\tau)} = 1$); n – общее число подвижных звеньев; τ – число геометрических элементов наиболее сложного звена кинематической цепи; n_i – число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар; p – общее число кинематических пар цепи, $p = p_5 + p_3$, p_5 – число пар V класса, p_2 – число пар II класса.

Система уравнений (1) позволяет находить все возможные структуры механизмов седьмого подсемейства первого семейства по двум задаваемым независимым параметрам: τ , W . Решение системы сводится к отысканию параметров p_5 , p_2 и n_i .

Для седьмого подсемейства: $p_5 \neq 0$, $p_2 \neq 0$.

При $\tau = 1$ система (1) не может иметь решений, т.к. минимальное число кинематических пар $p = p_5 + p_2$ должно быть равным 2.

При $\tau = 2$ получим систему:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 2 + n_1, \\ n = 1 + n_1, \\ 4p_5 + p_2 = 5n - 1. \end{cases} \quad (2)$$

Подставим $n_1 = n - 1$ в первое уравнение системы (2), и выразим из него p_2 :

$$p_2 = 1 + n - p_5, \quad (3)$$

Подставим значение p_2 из (3) в третье уравнение системы (2) и получим:

$$4n = 2 + 3p_5. \quad (4)$$

Подставим $p_2 = 1$ в (3) и получим:

$$n = p_5. \quad (5)$$

Система из уравнений (4) и (5) имеет единственное решение:

$$p_5 = 2.$$

Таким образом, при $\tau = 2$ и условии, что $p_5 \neq 0$, $p_2 \neq 0$ система (2) имеет единственное решение:

$$n = 2, n_1 = 1, p_5 = 2, p_2 = 1. \quad (I)$$

Начнем поиск структур механизмов седьмого подсемейства, при условии $\tau = 3$. Система уравнений (1) в этом случае примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1, \\ 4p_5 + p_2 = 5n - 1. \end{cases} \quad (6)$$

Из третьего уравнения системы (6) выразим n :

$$n = \frac{(4p_5 + p_2) + 1}{5}. \quad (7)$$

Работоспособные структуры механизмов возможны, если скобка $(4p_5 + p_2)$ согласно (7), при $n = 2, 3, 4, 5$ и т.д. будет принимать значения, соответственно, из ряда 9, 14, 19, 24 и т.д. через 5.

Выразим из второго уравнения системы (6) n_1 :

$$n_1 = n - n_2 - 1, \quad (8)$$

и подставив его в первое уравнение системы (6), получим:

$$p_5 + p_2 = 2 + n + n_2. \quad (9)$$

Тогда для $\tau = 3$ получим исходную систему:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 2 + n + n_2, \\ n_1 = n - n_2 - 1, \\ 4p_5 + p_2 = 5n - 1. \end{cases} \quad (10)$$

Для случая $n = 3$ по (8): $n_1 = 2 - n_2$, а $p_5 + p_2 = 5 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 5 + n_2, \\ 4p_5 + p_2 = 14. \end{cases} \quad (11)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 2$, $p_5 + p_2 = 5$.

Тогда система (11) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 5, \\ 4p_5 + p_2 = 14. \end{cases} \quad (12)$$

Система (12) имеет единственное решение:

$$n = 3, n_1 = 2, n_2 = 0, p_5 = 3, p_2 = 2. \quad (II)$$

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 1$, $p_5 + p_2 = 6$.

Тогда система (11) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 6, \\ 4p_5 + p_2 = 14. \end{cases} \quad (13)$$

Система (13) не имеет решений.

Для случая $n = 4$ по (8) $n_1 = 3 - n_2$, а $p_5 + p_2 = 6 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 6 + n_2, \\ 4p_5 + p_2 = 19. \end{cases} \quad (14)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 3$, $p_5 + p_2 = 6$.

Тогда система (14) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 6, \\ 4p_5 + p_2 = 19. \end{cases} \quad (15)$$

Система (15) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 2$, $p_5 + p_2 = 7$.

Тогда система (14) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 7, \\ 4p_5 + p_2 = 19. \end{cases} \quad (16)$$

Система (16) имеет единственное решение:

$$n = 4, n_1 = 2, n_2 = 1, p_5 = 4, p_2 = 3. \quad (III)$$

Задаваясь $n_2 = 2$, получим $n_1 = 1$, $p_5 + p_2 = 8$.

Тогда система (14) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 8, \\ 4p_5 + p_2 = 19. \end{cases} \quad (17)$$

Система (17) не имеет решений.

Для случая $n = 5$ по (8) $n_1 = 4 - n_2$, а $p_5 + p_2 = 7 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 7 + n_2, \\ 4p_5 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (18)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 4$, а $p_5 + p_2 = 7$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 7, \\ 4p_5 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (19)$$

Система (19) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 3$, а $p_5 + p_2 = 8$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 8, \\ 4p_5 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (20)$$

Система (20) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 2$, получим $n_1 = 2$, а $p_5 + p_2 = 9$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 9, \\ 4p_5 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (21)$$

Система (21) имеет единственное решение:

$$n = 5, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 5, p_2 = 4. \quad (IV)$$

Задаваясь $n_2 = 3$, получим $n_1 = 1$, а $p_5 + p_2 = 10$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 10, \\ 4p_5 + p_2 = 24. \end{cases} \quad (22)$$

Система (22) не имеет решений.

Для случая $n = 6$ по (8) $n_1 = 5 - n_2$, а $p_5 + p_2 = 8 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 8 + n_2, \\ 4p_5 + p_2 = 29. \end{cases} \quad (23)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 5$, а $p_5 + p_2 = 8$.

Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 8, \\ 4p_5 + p_2 = 29. \end{cases} \quad (24)$$

Система (24) имеет единственное решение:

$$n = 6, n_1 = 5, n_2 = 0, p_5 = 7, p_2 = 1. \quad (V)$$

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 4$, а $p_5 + p_2 = 9$.

Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 9, \\ 4p_5 + p_2 = 29. \end{cases} \quad (25)$$

Система (25) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 2$, получим $n_1 = 3$, а $p_5 + p_2 = 10$.

Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 10, \\ 4p_5 + p_2 = 29. \end{cases} \quad (26)$$

Система (26) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 3$, получим $n_1 = 2$, а $p_5 + p_2 = 11$.

Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 11, \\ 4p_5 + p_2 = 29. \end{cases} \quad (27)$$

Система (27) имеет единственное решение:

$$n = 6, n_1 = 2, n_2 = 3, p_5 = 6, p_2 = 5. \quad (VI)$$

Задаваясь $n_2=4$, получим $n_1 = 1$, а $p_5 + p_2 = 12$.

Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 12, \\ 4p_5 + p_2 = 29. \end{cases} \quad (28)$$

Система (28) не имеет решений.

Для случая $n = 7$ по (8) $n_1 = 6 - n_2$, а $p_5 + p_2 = 9 + n_2$.

Тогда система (10) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 9 + n_2, \\ 4p_5 + 2p_2 = 34. \end{cases} \quad (29)$$

Задаваясь $n_2 = 0$, получим $n_1 = 6$, а $p_5 + p_2 = 9$.

Тогда система (29) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 9, \\ 4p_5 + p_2 = 34. \end{cases} \quad (30)$$

Система (30) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 1$, получим $n_1 = 5$, а $p_5 + p_2 = 10$.

Тогда система (29) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 10, \\ 4p_5 + p_2 = 34. \end{cases} \quad (31)$$

Система (31) имеет единственное решение:

$$n = 7, n_1 = 5, n_2 = 1, p_5 = 8, p_2 = 2. \quad (VII)$$

Задаваясь $n_2 = 2$, получим $n_1 = 4$, а $p_5 + p_2 = 11$.

Тогда система (29) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 11, \\ 4p_5 + p_2 = 34. \end{cases} \quad (32)$$

Система (32) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 3$, получим $n_1 = 3$, а $p_5 + p_2 = 12$.

Тогда система (29) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 12, \\ 4p_5 + p_2 = 34. \end{cases} \quad (33)$$

Система (33) не имеет решений.

Задаваясь $n_2 = 4$, получим $n_1 = 2$, а $p_5 + p_2 = 13$.

Тогда система (29) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 13, \\ 4p_5 + p_2 = 34. \end{cases} \quad (34)$$

Система (34) имеет единственное решение:

$$N = 7, n_1 = 2, n_2 = 4, p_5 = 7, p_2 = 6. \quad (VIII)$$

Задаваясь $n_2=5$, получим $n_1 =1$, а $p_5 + p_2 = 14$.

Тогда система (23) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 + p_2 = 14, \\ 4p_5 + p_2 = 34. \end{cases} \quad (35)$$

Система (35) не имеет решений.

Сведем полученные решения в таблицу 1.

Таблица 1 – Полный состав решений для седьмого подсемейства первого семейства механизмов при $\tau = 3$ и числе подвижных звеньев от 3 до 7

Число подвижных звеньев n	Решения, описывающие организацию механизмов из n_i и p_k
3	$n = 3, n_1 = 2, n_2 = 0, p_5 = 3, p_2 = 2$
4	$n = 4, n_1 = 2, n_2 = 1, p_5 = 4, p_2 = 3$
5	$n = 5, n_1 = 2, n_2 = 2, p_5 = 5, p_2 = 4$
6	$n = 6, n_1 = 5, n_2 = 0, p_5 = 7, p_2 = 1$
6	$n = 6, n_1 = 2, n_2 = 3, p_5 = 6, p_2 = 5$
7	$n = 7, n_1 = 5, n_2 = 1, p_5 = 8, p_2 = 2$
7	$n = 7, n_1 = 2, n_2 = 4, p_5 = 7, p_2 = 6$

Аналогично могут быть найдены структуры механизмов седьмого подсемейства первого семейства для других значений τ и n .

Используя данные таблицы 1 можно найти все без исключения структурные схемы механизмов седьмого подсемейства первого семейства при заданных параметрах.

Список литературы:

1. Дворников Л.Т. Универсальная структурная классификация механизмов / Л.Т. Дворников. – Новокузнецк : Машиностроение, 2011. – № 21. – С. 4–37.
2. Медведев Ю.С. Использование комплексного подхода к защите информационных систем программными методами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научно информационный сборник. – 2020. – № 7. – С. 24–26.

3. Медведев Ю.С. Структура углубленного трафика информационной сети / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Министерство обороны Российской Федерации, КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 370–372.
4. Кандуко М.Х., Медведев Ю.С., Терехов В.В. «Разработка высокопроизводительных web-приложений» // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. Краснодар, 2015. – С. 148–152.
5. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

УДК 624.01

**СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ
ВОСЬМОГО ПОДСЕМЕЙСТВА ПЕРВОГО СЕМЕЙСТВА**



**STRUCTURAL SYNTHESIS OF MECHANISMS
OF THE EIGHTH SUBFAMILY OF THE FIRST FAMILY**

Вовкотруб В.В.

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

Аннотация. В статье рассмотрены основы структурного синтеза механизмов восьмого подсемейства первого семейства. Определена структура кинематических цепей механизмов при сложности базисного звена от двух до четырех. Полученные решения позволяют найти все без исключения структурные схемы механизмов восьмого подсемейства первого семейства при заданных параметрах.

Ключевые слова: механизмы восьмого подсемейства первого семейства, синтез структуры механизма, подвижность, базисное звено цепи, кинематическая пара.

Vovkotrub V.V.

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

Abstract. The article considers the fundamentals of the structural synthesis of the mechanisms of the eighth subfamily of the first family. The structure of kinematic chains of mechanisms is determined with the complexity of the basic link from two to four. The solutions obtained make it possible to find all, without exception, structural diagrams of the mechanisms of the eighth subfamily of the first family for given parameters.

Keywords: mechanisms of the eighth subfamily of the first family, synthesis of the structure of the mechanism, mobility, basic chain link, kinematic pair.

Полный системный синтез структур механизмов восьмого подсемейства первого семейства возможен при разделении их на виды в зависимости от сложности базисного звена и при учете всего многообразия кинематических пар пятого классов.

Обратимся к вопросу о синтезе структур механизмов восьмого подсемейства первого семейства. Используя для этих целей совместно универсальную структурную систему [1] и структурную формулу механизмов восьмого подсемейства, получим исходную систему уравнений:

$$\begin{cases} p = \tau + (\tau - 1)n_{(\tau-1)} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{(\tau-1)} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1, \\ W_{1(7)} = 5n - 4p_5, \end{cases} \quad (1)$$

где $W_{1(8)}$ – подвижность механизмов восьмого подсемейства первого семейства ($W_{1(8)} = 1$); n – общее число подвижных звеньев; τ – число геометрических элементов наиболее сложного звена кинематической цепи; n_i – число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар; p – общее число кинематических пар цепи, $p = p_5$, p_5 – число пар V класса.

Система уравнений (1) позволяет находить все возможные структуры механизмов восьмого подсемейства первого семейства по двум задаваемым независимым параметрам: τ , W . Решение системы сводится к отысканию параметров p_5 и n .

При $\tau = 2$ получим систему:

$$\begin{cases} p_5 = 2 + n_1, \\ n = 1 + n_1, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (2)$$

Подставим $n_1 = n - 1$ в первое уравнение системы (2), и выразим из него n :

$$n = p_5 - 1, \quad (3)$$

Подставим значение n из (3) в третье уравнение системы (2) получим:

$$p_5 = 6.$$

Таким образом, при $\tau = 2$ система (2) имеет единственное решение:

$$n = 5, n_1 = 4, p_5 = 6. \quad (I)$$

Начнем поиск структур механизмов восьмого подсемейства, при условии $\tau = 3$. Система уравнений (1) в этом случае примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (4)$$

Из третьего уравнения системы (4) выразим n :

$$n = \frac{(4p_5) + 1}{5}. \quad (5)$$

Работоспособные структуры механизмов возможны, если выражение в скобках ($4p_5$) согласно (5), при $n = 5, 9, 13, 17, 21$ и т.д. через 4, будет принимать значения, соответственно, из ряда 24, 44, 64, 84, 104 и т.д. через 20.

Выразим из второго уравнения системы (4) n_1 :

$$n_1 = n - n_2 - 1, \quad (6)$$

и подставив его в первое уравнение системы (4), получим:

$$p_5 = 2 + n + n_2. \quad (7)$$

Тогда для $\tau = 3$ получим исходную систему:

$$\begin{cases} p_5 = 2 + n + n_2, \\ n_1 = n - n_2 - 1, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (8)$$

Для случая $n = 5$ по (6): $n_1 = 4 - n_2$, а $p_5 = 7 + n_2$.

Тогда система (8) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 7 + n_2, \\ 4p_5 = 24. \end{cases} \quad (9)$$

Система (9) не имеет решений.

Для случая $n = 9$ по (6): $n_1 = 8 - n_2$, а $p_5 = 11 + n_2$.

Тогда система (8) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 11 + n_2, \\ 4p_5 = 44. \end{cases} \quad (10)$$

Система имеет единственное решение:

$$n = 9, n_1 = 8, n_2 = 0, p_5 = 11. \quad (II)$$

Для случая $n = 13$ по (6): $n_1 = 12 - n_2$, а $p_5 = 15 + n_2$.

Тогда система (8) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 15 + n_2, \\ 4p_5 = 64. \end{cases} \quad (11)$$

Система (11) имеет единственное решение:

$$n = 13, n_1 = 11, n_2 = 1, p_5 = 16. \quad (III)$$

Для случая $n = 17$ по (6): $n_1 = 16 - n_2$, а $p_5 = 19 + n_2$.

Тогда система (8) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 19 + n_2, \\ 4p_5 = 84. \end{cases} \quad (12)$$

Система (12) имеет единственное решение:

$$N = 17, n_1 = 14, n_2 = 2, p_5 = 21. \quad (IV)$$

Для случая $n = 21$ по (8): $n_1 = 20 - n_2$, а $p_5 = 23 + n_2$.

Тогда система (8) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 19 + n_2, \\ 4p_5 = 104. \end{cases} \quad (13)$$

Система (13) имеет единственное решение:

$$n = 21, n_1 = 13, n_2 = 7, p_5 = 26. \quad (V)$$

Начнем поиск структур механизмов восьмого подсемейства, при условии $\tau = 4$.

Система уравнений (1) в этом случае примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_3 + n_2 + n_1, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (14)$$

Для случая $n_3 = 0$ система (14) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 4 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (15)$$

Выразим из второго уравнения системы (15) n_1 :

$$n_1 = n - n_2 - 1, \quad (16)$$

и подставив его в первое уравнение системы (15), получим:

$$p_5 = 3 + n + n_2. \quad (17)$$

Тогда для $\tau = 4$ и $n_3 = 0$ получим исходную систему:

$$\begin{cases} p_5 = 3 + n + n_2, \\ n_1 = n - n_2 - 1, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (18)$$

Для случая $n = 5$ по (16): $n_1 = 4 - n_2$, а $p_5 = 8 + n_2$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 8 + n_2, \\ 4p_5 = 24. \end{cases} \quad (19)$$

Система (19) не имеет решений.

Для случая $n = 9$ по (16): $n_1 = 8 - n_2$, а $p_5 = 12 + n_2$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 12 + n_2, \\ 4p_5 = 44. \end{cases} \quad (20)$$

Система (20) не имеет решений.

Для случая $n = 13$ по (16): $n_1 = 12 - n_2$, а $p_5 = 16 + n_2$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 16 + n_2, \\ 4p_5 = 64. \end{cases} \quad (21)$$

Система (21) имеет единственное решение:

$$n = 13, n_1 = 12, n_2 = 0, n_3 = 0, p_5 = 16. \quad (VI)$$

Для случая $n = 17$ по (17): $n_1 = 16 - n_2$, а $p_5 = 20 + n_2$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 20 + n_2, \\ 4p_5 = 84. \end{cases} \quad (22)$$

Система (22) имеет единственное решение:

$$n = 17, n_1 = 15, n_2 = 1, n_3 = 0, p_5 = 21. \quad (\text{VII})$$

Для случая $n = 21$ по (17): $n_1 = 20 - n_2$, а $p_5 = 24 + n_2$.

Тогда система (18) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 24 + n_2, \\ 4p_5 = 104. \end{cases} \quad (\text{23})$$

Система (23) имеет единственное решение:

$$n = 21, n_1 = 18, n_2 = 2, n_3 = 0, p_5 = 26. \quad (\text{VIII})$$

Для случая $n_3 = 1$ система (14) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 7 + 2n_2 + n_1, \\ n = 2 + n_2 + n_1, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (\text{24})$$

Выразим из второго уравнения системы (24) n_1 :

$$n_1 = n - n_2 - 2, \quad (\text{25})$$

и подставив его в первое уравнение системы (24), получим:

$$p_5 = 5 + n + n_2. \quad (\text{26})$$

Тогда для $n = 4$ и $n_3 = 1$ получим исходную систему:

$$\begin{cases} p_5 = 5 + n + n_2, \\ n_1 = n - n_2 - 2, \\ 4p_5 = 5n - 1. \end{cases} \quad (\text{27})$$

Для случая $n = 5$ по (25): $n_1 = 3 - n_2$, а $p_5 = 10 + n_2$.

Тогда система (27) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 10 + n_2, \\ 4p_5 = 24. \end{cases} \quad (\text{28})$$

Система (28) не имеет решений.

Для случая $n = 9$ по (25): $n_1 = 7 - n_2$, а $p_5 = 14 + n_2$.

Тогда система (27) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 14 + n_2, \\ 4p_5 = 44. \end{cases} \quad (\text{29})$$

Система (29) не имеет решений.

Для случая $n = 13$ по (25): $n_1 = 11 - n_2$, а $p_5 = 18 + n_2$.

Тогда система (27) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 18 + n_2, \\ 4p_5 = 64. \end{cases} \quad (\text{30})$$

Система (30) не имеет решений.

Для случая $n = 17$ по (25): $n_1 = 15 - n_2$, а $p_5 = 22 + n_2$.

Тогда система (27) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 22 + n_2, \\ 4p_5 = 84. \end{cases} \quad (\text{31})$$

Система (31) не имеет решений.

Для случая $n = 21$ по (25): $n_1 = 19 - n_2$, а $p_5 = 26 + n_2$.

Тогда система (27) примет вид:

$$\begin{cases} p_5 = 26 + n_2, \\ 4p_5 = 104. \end{cases} \quad (\text{32})$$

Система (32) имеет единственное решение:

$$n = 21, n_1 = 19, n_2 = 0, n_3 = 1, p_5 = 26. \quad (\text{IX})$$

Сведем полученные решения в таблицу 1.

Таблица 1 – Состав кинематических цепей механизмов восьмого подсемейства первого семейства при сложности базисного звена τ от 2 до 4

Сложность базисного звена τ	Решения, описывающие организацию механизмов из n_i и p_k
2	$n = 5, n_1 = 4, p_5 = 6$
3	$n = 9, n_1 = 8, n_2 = 0, p_5 = 11$
3	$n = 13, n_1 = 11, n_2 = 1, p_5 = 16$
3	$n = 17, n_1 = 14, n_2 = 2, p_5 = 21$
3	$n = 21, n_1 = 13, n_2 = 7, p_5 = 26$
4	$n = 13, n_1 = 12, n_2 = 0, n_3 = 0, p_5 = 16$
4	$n = 17, n_1 = 15, n_2 = 1, n_3 = 0, p_5 = 21$
4	$n = 21, n_1 = 18, n_2 = 2, n_3 = 0, p_5 = 26$
4	$n = 21, n_1 = 19, n_2 = 0, n_3 = 1, p_5 = 26$

Аналогично могут быть найдены структуры механизмов восьмого подсемейства первого семейства для других значений τ .

Используя данные таблицы 1 можно найти все без исключения структурные схемы механизмов восьмого подсемейства первого семейства при заданных параметрах.

Список литературы:

1. Дворников Л.Т. Универсальная структурная классификация механизмов / Л.Т. Дворников. – Новокузнецк : Машиностроение, 2011. – № 21. – С. 4–37.
2. Медведев Ю.С. Использование комплексного подхода к защите информационных систем программными методами / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научно информационный сборник. – 2020. – № 7. – С. 24–26.
3. Медведев Ю.С. Структура углубленного трафика информационной сети / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского Сборник научных статей X Международной научно-практической конференции. Министерство обороны Российской Федерации, КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2020. – С. 370–372.
4. Кандуко М.Х., Медведев Ю.С., Терехов В.В. «Разработка высокопроизводительных web-приложений» // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. Краснодар, 2015. – С. 148–152.
5. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
6. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

**ГУМАНИТАРНЫЕ
НАУКИ**

**HUMANITIES
SCIENCES**

УДК 355

**ПОТЕРИ ВВС В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ
И ИХ ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ**



**AIR FORCE LOSSES DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR
AND THEIR MAIN REASONS**

Медведев В.И.

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

Аннотация. В настоящей статье на основе вновь открытых документов и материалов приведены результаты потерь как в людских ресурсах, так и в авиационной технике и вооружении ВВС КА и люфтваффе с целью объективности освещения причин их огромного количества, особенно в первом периоде Великой Отечественной войны.

Ключевые слова: боевые действия, людские потери, военные конфликты, тактическая зона обороны, бомбардировочная авиация, воздушная армия, штурмовая (истребительная) авиация, применение боевых самолетов, стратегическая инициатива.

Medvedev V.I.

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

Abstract. In this article, on the basis of newly discovered documents and materials, the results of losses both in human resources and in aviation equipment and weapons of the KA and Luftwaffe Air Forces are presented in order to objectively highlight the causes of their huge number, especially in the first period of the Great Patriotic War.

Keywords: combat operations, human losses, military conflicts, tactical defense zone, bomber aviation, air army, assault (fighter) aviation, use of combat aircraft, strategic initiative.

За всю многовековую историю наша страна неоднократно подвергалась агрессии. Наиболее крупной и трагичной страницей было нападение фашистской Германии в 1941 году. Миллионам советских людей пришлось братья за оружие, чтобы отстоять Отечество. Немало жертв принесено во имя свободы и независимости нашей Родины.

Самыми тяжелыми последствиями Великой Отечественной войны являются его людские потери – военнослужащих и гражданского населения, составившие 26,6 млн чел. Эта цифра была получена в результате обширных статистических исследований ученых-демографов, работы государственной комиссии по уточнению людских потерь (в конце 80-х годов XX в.). Обнародовали ее в округленном виде (почти 27 млн чел.) на торжественном заседании Верховного Совета СССР 8 мая 1990 г., посвященном 45-летию Победы Советского Союза в Великой Отечественной войне. В указанное число общих людских потерь (26,6 млн чел.) входят убитые в бою и умершие от ран и болезней военнослужащие и партизаны, умершие от голода, погибшие во время бомбежек, артиллерийских обстрелов и карательных акций мирные граждане, расстрелянные и замученные в концентрационных лагерях военнопленные, подпольщики, а также рабочие, крестьяне и служащие, угнанные на каторжные работы («Гриф секретности снят», «Потери ВС СССР в войнах, боевых действиях и военных конфликтах»).

Никогда ранее ни одно государство не сталкивалось с подобными военными жертвами. Даже за вместе взятый восьмилетний период Первой мировой (1914–1918 гг.) и гражданской (1918–1922 гг.) войн с их смертоносными эпидемиями (тифозными, холерными, малярийными и др.) было убито, умерло от ран и болезней почти в три раза меньше людей – 10,3 млн чел.

Великая Отечественная война, как составная часть Второй мировой войны, отличалась от предшествующих войн решительными целями, небывало огромным пространственным размахом, количеством участвовавших войск и многократно возросшей мощностью вооружения и военной техники.

К тому же война не сводилась лишь к противоборству воюющих армий, широкое распространение получила партизанская война с вытекающими жертвами среди мирного населения. Все это резко увеличивало число потерь.

Как известно, механический перенос опыта гражданской войны, политические чистки и уничтожение военной элиты в 1937–1938 гг., привели к падению боевого потенциала РККА. Последовавшее за этим форсированное восстановление боевого потенциала РККА и авиации в том числе, как известно, было слабо подкреплено материальными ресурсами и поэтому дало недостаточно положительных результатов. Например, если в 1937 г. в Вооруженных силах имелось 18 авиационных училищ, то на 01 мая 1941 г. их насчитывалось уже 100 [1]. Но на 01 января 1941 г. школы и училища ВВС были укомплектованы преподавателями только на 44,1 %. Кроме того, в этих учебных заведениях вместо 1276 самолетов по штату на 01 сентября 1940 г. имелось лишь 535, а кабин Ф-1 с двойным управлением, вместо полагавшихся 743, имелось всего 217. Плохо обеспечивались они и горючим (на 41,4 % потребности), часто менялись сроки обучения (с 1939 по 1940 г. – 7 раз) и количество часов налета.

Назначения и перемещения за один только 1939 г. вовлекли в служебный круговорот 246626 человек, что составляло тогда 68,8 % штатной численности начальствующего состава. За этот период в армии происходили огромные перемещения офицеров, особенно много было выдвижений на должности старшего и высшего начальствующего состава в 1938 – 1939 гг. Это объясняется, во-первых, тем, что тогда формировались новые полки, дивизии, корпуса, армии и военно-учебные заведения. Во-вторых, в результате увольнения большого количества офицеров в 1937–1938 гг. образовался дополнительный некомплект в кадрах. Пустоты заполнялись новыми людьми, многие из которых сразу выдвигались на крупные руководящие посты, хотя большая часть из них не имела необходимых знаний и опыта. И то, что в этих условиях принималась доктрина наступательных боевых действий в любых условиях в случае агрессии со стороны, являлась свидетельством безграмотности руководства государством и вопиющей безответственностью. Как выяснилось очень скоро, уже во время Финской войны ни один род войск не был готов к ведению ни наступательных, ни оборонительных боевых действий. Вполне закономерно, что в такой обстановке еще существовали:

- перекося в сторону наступательных действий в общих взглядах на войну;
- отрицание объективных законов ведения вооруженной борьбы в угоду авторитетному мнению;
- плановость в руководстве страны и Вооруженными силами.

Они привели к перекосям в идеологии формирования системы вооружений армии и авиации, в том числе в определении приоритетов в развитии вооружений и планировании боевой подготовки войск. Долгое время никак не могли определить роль бомбардировочной авиации дальнего действия, никак не могли прийти к общему мнению по поводу того, какой истребитель нужен ВВС, само место в структуре Вооруженных сил не было однозначно определено ВВС (были подчинены Сухопутным войскам) и т.д. Никто не смотрел на ВВС как на сложную систему со своими объективными законами развития и функционирования, а соответственно и вопросы взаимодействия ВВС с другими родами войск были отработаны слабо.

Об элементарной некомпетентности, неорганизованности и безответственности, царивших в руководстве страны и ее вооруженных силах, свидетельствуют мемуары и ставшие недавно доступными многие приказы и документы того времени. В конечном счете именно это привело к трудностям 1941–1942 гг.

Первые же бои в небе над Финляндией самым жестоким образом рассеяли иллюзии относительно боевой готовности ВВС Красной армии, особенно бомбардировочной авиации. 30 ноября 1939 г. эскадрилья 35-го скоростного бомбардировочного полка вылетела для нанесения удара по важнейшим объектам неприятельской столицы – вокзала и электростанции, но в результате потери ориентировки сбросила свой смертоносный груз на жилые и дипломатические кварталы Хельсинки [2].

Прикомандированный к штабу Северо-Западного фронта комкор П.С.Шелухин писал наркому обороны: «Состояние боевой выучки авиачастей находится на крайне низком уровне, бомбардировщики не умеют летать и особенно маневрировать строем. В связи с этим нет возможности создать огневое взаимодействие и отражать массированным огнем нападение истребителей противника. Это дает возможность противнику наносить своими ничтожными силами чувствительные удары. Навигационная подготовка очень слаба, что приводит к большому количеству блуждений (так в документе) даже в хорошую погоду; в плохую видимость и ночью – массовые блуждания. Летчик, будучи неподготовленным к маршруту, и в связи с тем, что ответственность за самолето-

вождение лежит на летчике-наблюдателе, небрежничает в полете и теряет ориентировку, надеясь на летчика наблюдателя. Массовые блудежки очень пагубно отражаются на боеспособности частей, так как они ведут к большому количеству потерь без всякого воздействия противника и подрывают веру в свои силы у экипажей, а это, в свою очередь, заставляет командиров неделями выжидать хорошей погоды, чем резко снижается количество вылетов. Говоря о действиях авиации в целом, нужно больше всего говорить о ее бездействии или действии большей частью вхолостую. Ибо нельзя ничем иначе объяснить то обстоятельство, что наша авиация с таким колоссальным превосходством в течение месяца почти ничего не могла сделать противнику...»[3]. За все время советско-финляндской войны СССР потерял 627 самолетов различных типов. Из них 37,6 % было сбито в бою или совершили посадку на территории противника, 13,7 % пропали без вести, 28,87 % потеряно в результате аварий и катастроф, 19,78 % получили повреждения, которые не позволили вернуть самолеты в строй.

Советско-финляндская война показала серьезное отставание Советских ВВС как в технике, так и в организации боевых действий и управлении войсками. Как ни печально, но урок из произошедшего извлекла не советская сторона, а финляндская.

Следует отметить проходящую во второй половине 30-х гг. жесточайшую междоусобную борьбу партийно-правительственных чиновников, результатом которой было обвальное дробление основных управляющих структур СССР и наркомата оборонной промышленности (НКОП) на десятки мелких узкоспециализированных наркоматов.

Ухудшение внешнеполитической обстановки в Европе привело к некоторому пониманию у советского руководства неизбежности войны с Фашистской Германией. Очевидные ошибки и промахи «руководства» стали исправлять нагнетанием идеологического психоза с помощью патриотических лозунгов. Началось лихорадочное инвестирование предприятий оборонной промышленности, накопление материальных ресурсов в РККА и разворачивание новых воинских образований.

Посещение авиационных заводов Германии, закупки образцов техники и их детальное изучение выявили серьезное отставание отечественной техники как по техническим показателям, так и по технологии. Тем более, что по заключению НИИ ВВС РККА германская авиационная техника обладала потенциалом для наращивания своих основных характеристик без существенного изменения конструкции. Было высказано предположение, что в боевых действиях с СССР Германия будет использовать не продемонстрированную технику, а ее модернизированные варианты с еще более высокими летно-техническими характеристиками.

К концу 1940 г. емкость советских аэроклубов достигла цифры в 100 тыс. летчиков с самостоятельным налетом до 20 ч в год на каждого обучаемого. Резкое увеличение численности и темпов подготовки летного состава в сочетании с уменьшением норм налета привело к беспрецедентному росту авиационных происшествий: до 2–3 катастроф и аварий в день. Однако в отношении развития стратегии и тактики применения ВВС, совершенствования вопросов взаимодействия с другими видами войск ничего существенного сделано не было. Для повышения уровня технической оснащенности частей ВВС РККА и учета в отечественных конструкциях зарубежного (немецкого) опыта самолетостроения времени уже не осталось.

Уже после войны долгое время на разных уровнях и разными людьми делались попытки сгладить явные причины катастрофы 1941 г. Например, в мемуарах Г.К. Жукова, а затем и в других источниках утверждается, что с 01.01.1939 г. по 22.06.1941 г. РККА получила от промышленности 17745 боевых ЛА, из них 3719 самолетов новых типов: Як-1, МиГ-3, ЛАГГ-3, Ил-2, Пе-2 и др. На самом же деле все было намного хуже: самолет Ил-2 был принят к массовому производству по решению Комитета обороны при СК СССР в начале января 1941 г. Первый серийный Ил-2 на заводе № 18 (г. Воронеж) был принят военным представителем только 21 марта 1941 г. К началу войны государственные испытания этого самолета в НИИ ВВС завершены не были [4]. На 22 июня в строевых частях этого самолета не было: 2 самолета находились на испытаниях, 8 самолетов на переучивании летного состава). Первый серийный ЛАГГ-3 был принят военным представителем на заводе № 21 (г. Горький) 24 февраля 1941 г. Государственные испытания ЛАГГ-3 первой серии были закончены за несколько дней до войны, но при этом было выявлено большое количество дефектов. В строю находилось 29 ед.

До сих пор нет единого мнения о количественном составе советских ВВС на момент начала войны[5].

Называются цифры по общему количеству боевых самолетов 17500-20000, из них на западной границе находился 9261 самолет:

- в Ленинградском ВО (24 авиаполка): 1270;
- в Прибалтийском ВО (19 авиаполков): 1140;
- в Западном особом ВО (29 авиаполков): более 1500;
- в Киевском особом ВО (32 авиаполка): 1672;
- в Одесском ВО (15 авиаполков): 950;
- в Дальнебомбардировочной авиации: 1346;
- в ВВС Балтийского, Черноморского и северного флотов: 1338.

Всего в строевых частях советских ВВС к началу войны было 706 самолетов нового типа, на которые было переучено 1354 летчика. Из них истребителей МиГ-3 – 407 (переучено 686 летчиков), Як-1 – 142 (переучено 156 летчиков), ЛАГГ-3 – 29 (переучено 90 летчиков), Пе-2 – 128 (переучено 362 летчика), Ил-2 – 0 (переучено 60 летчиков). В том числе в Западных приграничных округах было 304 истребителя и 73 Пе-2, т.е. всего 377 самолетов нового типа. Это составляло менее 6 % от общей численности самолетного парка этих пяти округов [6].

Не лучше дело обстояло и с боевой подготовкой. Слабое техническое обеспечение боевых действий советской авиации (отсутствие радиосвязи, нехватка топографических карт и т.п.) в первые же месяцы войны привело к неоправданно высоким потерям и низкой результативности применения боевых самолетов. Случаи, когда только ведущий группы знал боевую задачу на вылет и имел топографическую карту, были скорее правилом, чем исключением. В этом случае гибель ведущего или повреждение его самолета прекращали выполнение группой боевого задания и приводили к деморализации остальных пилотов, делая их легкой добычей для вражеских истребителей. Нередки были случаи комплектования звеньев истребителей случайным образом и т.п. В приказах и донесениях того времени сплошь и рядом бросаются в глаза фразы: «Наши летчики не знакомы с силуэтами отечественных самолетов. Случаи огневого воздействия по своим самолетам нередки» и т.д.

Признавая мужество и доблесть советских летчиков того времени, преклоняясь перед их подвигом и самопожертвованием, нельзя не признать тот факт, что СССР удалось возродить свои ВВС после катастрофы 1941 г. исключительно за счет громадных людских ресурсов, передислокации почти всей авиационной промышленности в районы недосыгаемые для немецкой авиации и тем, что в первые месяцы войны ВВС потеряли в основном технику, а не летный и технический составы. Именно они и стали основой возрождаемых ВВС.

Забегая вперед, хочется отметить следующее: опыт Великой Отечественной войны, особенно первого и части второго периодов, показал, что ВВС КА терпели неудачи в основном из-за технического отставания нашей истребительной авиации, которое оказывало существенное влияние на действия в операциях Сухопутных войск. В первые дни люфтваффе завоевали стратегическое (на всем протяжении фронта) господство в воздухе и пытались удерживать его вплоть до Курской битвы.

К началу войны ВВС КА имели в пяти западных пограничных округах 304 истребителя нового типа, находящихся в стадии доработок и недоиспытанных. Кроме того, 3156 истребителей устаревшего типа: так называемые тогда «маневренные» истребители И-15, И-153 «Чайка» и «скоростные» истребители – И-16. На устаревших истребителях, как и на истребителях нового типа, радиосвязи, по существу, не было, а как гласит пословица – «один в поле не воин». К примеру, максимальная скорость Ме-109F больше скорости истребителя И-153 с мотором М-63 (эталоном 1940 г.) на 162 км/ч, а по сравнению со скоростью истребителя И-16 с мотором М-63 на 123 км/ч. По немецким данным люфтваффе сосредоточили против нас 1233 истребителя, из них: Ме-109F–593ед., Ме-109Е – 423ед., и Ме-110–217 ед. Всего боевых самолетов нового типа – 2604 ед. Кроме того, устаревших самолетов Венгрии, Румынии и Финляндии было около 1000 ед.

Эти факты говорят о том, что решение руководства страны, как можно дальше оттянуть начало войны с фашистской Германией, было правильным. Крайне необходимо было время для доводки, испытаний и освоения серийного производства боевых самолетов нового типа.

В первый день войны в результате внезапного нападения авиации противника на аэродромах было уничтожено около 800 и в воздухе около 200 наших самолетов. В западных пограничных округах только часть боевых самолетов была нового типа. Основная тяжесть борьбы легла на устаревшие истребители И-15, И-16, И-153.

В первый месяц фашистская авиация завоевала стратегическую инициативу в воздухе. В тяжелых оборонительных боях Красной армии в период ее отступления советская авиация несла большие потери. Но даже в таких труднейших условиях советские летчики наносили ощутимые удары по авиации противника. Так, за первые 6 месяцев войны по архивным данным ФРГ люфтваффе на всех театрах военных действий потеряла 4643 боевых самолета, из них на нашем фронте 3827 самолетов (82,4 % от всех потерь), что превосходит количество боевых самолетов, выпущенных Германией за тот же период.

Потери в ВВС КА были более значительными. За тот же период было утрачено 20159 самолетов, из них: 16620 боевых, что в 2,4 раза больше количества боевых самолетов, отправленных на фронт заводами НКАП (без По-2). Тот факт, что хваленой авиации люфтваффе советскими ВВС был нанесен ощутимый урон, говорит о высоких морально-боевых качествах и достаточной летной и технической подготовке летного состава и их командиров.

Для удобства сопоставления приведены таблицы производства самолетов в Германии и в СССР за годы войны (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Динамика производства самолетов для Советских ВВС в период с 22.06.1941 по 09.05.1945 г.

Тип самолетов	с 22.06.1941 г.	1942 г.	1943 г.	1944 г.	по 9.05.1945 г.	Всего
Истребители	3941	9490	14275	16346	6635	50687
Штурмовики	1061	7634	11254	10297	3664	33930
Бомбардировщики	1891	2578	2672	3165	1597	11903
По-2 (ноч. бомбард.)	1009	2130	2812	4382	1585	11918
ИТОГО (без По-2)	6893	19722	28201	29808	11896	96520

Таблица 2 – Динамика производства самолетов в Германии в период 1941–1944 гг.

Тип самолетов	1941 г.	1942 г.	1943 г.	1944 г.	Всего
Истребители (дневные и ночные)	2964	4908	10187	23805	41864
Штурмовики	696	1092	2817	4971	9576
Бомбардировщики	3456	4428	5019	2596	15499
Разведчики	1070	980	1030	1535	4615
ИТОГО	8186	11408	19053	32907	71554

Потери советской авиации огромны. Однако, они сопоставимы с ущербом, нанесенным за годы войны противнику [7]. Ниже приводятся таблицы, в которых показано соотношение потерь авиации СССР и фашистской Германии за период с 22 июня 1941 по 9 мая 1945 г. (табл. 3, 4).

Таблица 3 – Потери личного состава Военно-воздушных сил по основным должностям

Наименование должностей	Погибло, умерло	Пропало без вести	Всего
1	2	3	4
Командиры и зам. командиров авиакорпусов, авиадивизий, командиры и зам. командиров авиаполков	464	294	758
Командиры и зам. командиров авиаэскадрилий	1946	2110	4056
Командиры отрядов (звеньев)	2792	2587	5379
Командиры кораблей, летчики	7855	10609	18464
Начальники воздушно-стрелковой службы	154	181	335
Штурманы авиадивизий, авиаполков	51	118	169
Штурманы авиаэскадрилий, зам. командиров по политчасти	258	320	578
Штурманы авиазвеньев	729	878	1607
Начальники связи воздушно-стрелковой службы и авиаэскадрилий	44	74	118

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
Летчики-наблюдатели, стрелки-бомбардиры	1715	2659	4374
Начальники штабов и зам. начальников штабов авиакорпусов, дивизий и полков	58	17	75
Начальники оперативных и разведотделов штабов авиакорпусов, дивизий и полков	60	17	77
Начальники связи, химической службы авиакорпусов, дивизий, авиаполков	73	57	130
Адъютанты	32	14	46
Всего	16231	19935	36166

За цифрами горьких утрат Вооруженных сил СССР видятся мужество и героизм сынов и дочерей Отчизны, отдавших в боях за свободу родной земли самое дорогое – свою жизнь. Зримо встают те, кто защищал страну от многочисленных интервентов, кто отважно противостоял гитлеровцам и погиб в боях под Минском и Киевом, под Москвой и Ленинградом, прошел от Волги до Берлина и пал у стен рейхстага, кто умер от ран в госпитале, кто до последнего часа сохранял верность Родине в адских условиях фашистского плена, кто погиб как воин – интернационалист.

Таблица 4 – Боевые потери советской и немецко-фашистской авиации в самолетах в 1941–1945 гг.

Наименование видов авиации	Год					Всего за ВОВ
	1941 г. (с 22.06.)	1942 г.	1943 г.	1944 г.	1945 г. (до 09.05.)	
I. Потери боевых самолетов советской авиации						
ВВС Красной армии:						
бомбардировщиков	2659	1145	940	751	591	6086
штурмовиков (Ил-2)	533	1676	3515	3347	1691	10762
истребителей	4416	3888	4642	3381	1191	17468
прочих самолетов	415	1459	446	432	97	2849
Итого:	8023	8168	9543	7861	3570	37165
Дальняя авиация	1150	396	516	554	160	2776
Истребительная авиация ПВО страны	662	513	278	131	4	1588
Авиация ВМФ	711	1110	909	910	399	4039
Всего:	10546	10187	11246	9456	4133	45568
II. Потери боевых самолетов немецко-фашистской авиации на советско-германском фронте						
Боевых самолетов всех типов	4200	11550	15200	17500	4400	52850
III. Потери боевых самолетов немецко-фашистской авиации на западном фронте						
Боевых самолетов всех типов	500	800	1800	14550	4200	21850
IV. Потери боевых самолетов немецко-фашистской авиации в Германии и оккупированных странах						
Боевых самолетов всех типов	800	1300	4850	2500	150	10950
V. Всего потеряно самолетов ВВС Германии в годы ВОВ						
Боевых самолетов всех типов	5500	13650	21850	34550	10100	85650
VI. Потери личного состава ВВС Германии за годы ВОВ						
Личный состав ВВС Германии	77000	253000	283000	527000	596200	1736200

Великая Отечественная война, навязанная Советскому Союзу германским фашизмом, была беспрецедентной по масштабам и ожесточенности. Советский народ сумел выдержать небывалый по силе удар врага, сорвать его планы, нанести ему огромный урон, а затем вместе с союзниками разгромить его полчище и в итоге одержать всемирно – историческую победу.

После войны значительно возросла ударная мощь армии и флота. На оснащении Советских Вооруженных сил появились ядерное оружие, ракеты различного назначения, сменилось несколько поколений танков, артиллерийских систем, боевых само-

летов и кораблей. Оружие Красной армии, принесшее победу над гитлеровскими захватчиками и японскими милитаристами, сейчас лишь экспонаты в музеях, памятники на пьедесталах: прославленные «тридцатьчетверки», «Илы», «катюши», «сорокапятки», 76-мм пушки, 122-мм гаубицы, подводные лодки и торпедные катера, труженики фронтовых дорог – трехтонки и полуторки... Они остаются в памяти миллионов людей как плод их напряженного труда, символ ратного подвига наших воинов при разгроме и изгнании агрессора с родной земли, при освобождении других народов от фашистских поработителей.

Список литературы:

1. Комал Ф.Б. Военные кадры накануне войны / Ф.Б. Комал // Военно-исторический журнал. – 1990. – № 2.
2. РГВА, ф. 34980, оп. 12, д.1935, л. 67.
3. РГВА, ф. 34980, оп. 12, д. 1774, л. 23.
4. Грошев Р.В. Экономические и политические факторы, повлиявшие на состояние ВВС Красной Армии в предвоенные годы / Р.В. Грошев // В сборнике: Этих дней не смолкнет Слава. Советская авиация в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Всероссийская заочная научно-практическая конференция. – Краснодар, 2020. – С. 38–45.
5. Медведев В.И. Состав авиационных группировок СССР и Германии накануне Великой Отечественной войны / В.И. Медведев // В сборнике: Идет война народная, Священная война! Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию начала Великой Отечественной войны 1941–1945 годов. – Краснодар, 2021. – С. 5–14
6. Грошев Р.В. Система подготовки летных кадров в годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) / Р.В. Грошев // В сборнике: X Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 59-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020. – С. 91–96.
7. Великая Отечественная без грифа секретности. Книга потерь / Г.Ф. Кривошеев. – М. : Вече, 2020. – 384 с.

УДК 355/359

**ВОЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СССР В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ И В ПОСЛЕВОЕННОМ ПЕРИОДЕ**



**MILITARY EDUCATION OF THE USSR DURING THE GREAT
THE PATRIOTIC WAR AND THE POST-WAR PERIOD**

Грошев Р.В.

доктор исторических наук,
ВА РВСН имени Петра Великого
varvsn@mil.ru

Аннотация. В статье раскрываются исторические тенденции развития советского военного образования в годы Великой Отечественной войны и в послевоенном периоде. Сделаны выводы о системных достижениях и ошибках, о важности выявления исторических уроков генезиса военного образования.

Ключевые слова: система подготовки военных кадров, качества подготовки командиров, инженерно-технические учебные заведения, Высшие всеармейские курсы, концепция проблемно-деятельного обучения.

Groshev R.V.

Doctor of Historical Sciences,
Military Academy of Strategic
Rocket Troops after Peter the Great
varvsn@mil.ru

Abstract. The article reveals the historical trends in the development of Soviet military education during the Great Patriotic War and in the post-war period. Conclusions are drawn about system achievements and mistakes, about the importance of identifying historical lessons of the genesis of military education.

Keywords: system of training military personnel, the quality of training of commanders, engineering and technical educational institutions, Higher all-army courses, the concept of problem-based training.

Советская система военного образования относилась к числу наиболее современных в мире. Она прошла сложный путь от недооценки старой военной школы до ее возрождения и развития в новых исторических условиях. Она прошла закалку в Великой Отечественной войне, обеспечила стратегический паритет в годы «холодной войны», не позволила себя разрушить в пору увлечения либеральными экспериментами.

В 1941г. в стране имелось 19 военных академий, 203 военных училища, 10 военных факультетов при гражданских вузах и 7 высших военно-морских училища [7].

В годы Великой Отечественной войны система подготовки военных кадров изменилась. Для обеспечения армии военными кадрами делалось следующее:

1. Мобилизация, призыв в кадры армии офицеров запаса.
2. Проведение досрочных выпусков слушателей военных академий и курсантов военных училищ.
3. Переход на программы ускоренной подготовки слушателей и курсантов.
4. Максимально возможное сокращение сроков обучения.
5. Расширение сети и емкости учебных заведений.
6. Назначение на командные должности отличившихся в боях бойцов и младших командиров.

Своеобразным подвигом было перебазирование военно-учебных заведений на восток, развертывание и возобновление занятий в кратчайшие сроки, разработка и переработка обеспечивающей учебный процесс документации. Сокращение сроков обучения осуществлялось, в основном, за счет общеобразовательных дисциплин и личного времени людей. Увеличивался прикладной, профессиональный характер учебного процесса, проведение занятий на полигоне и в поле, продолжительность рабочего дня до 12–14 часов в сутки [7].

Успехи в решении кадровой проблемы, упразднение института политработников рот и их перевод на командные должности позволили осуществить ряд мер по подъему качества подготовки командиров, инженеров и техников.

Подготовкой и переподготовкой начальствующего состава высшего звена занимались следующие структуры: командиров – военные академии и факультеты гражданских вузов; политработников – ВПА им. Ленина, Высшие всеармейские курсы усовершенствования политсостава, Высший военно-педагогический институт им. М.И. Калинина [5].

Подготовкой и переподготовкой начальствующего состава среднего звена занимались:

- фронты, имевшие в своем составе свои военные училища, курсы усовершенствования, курсы младших лейтенантов, курсы политруков;
- округа, также имевшие в своем составе военные училища и курсы, как и фронты.

Новые моменты появились в допризывной военной подготовке. В 1943 г. были созданы суворовские и нахимовские военные училища. Первые годы в них принимали мальчиков с 3-х классов образованием.

В подготовке военных кадров большое значение имела вышедшая в 1943 г. книга психолога Б.И. Теплова «Ум полководца». Она означала реабилитацию запрещенной во второй половине 30-х годов индивидуально-интеллектуальной подготовки офицеров. Главное внимание в подготовке военных кадров обращалось на формирование доведенных до автоматизма навыков поведения в сложных боевых ситуациях; на максимальное приближение учебной обстановки к боевой [6].

Таким образом, становление советской системы военного образования было связано с возрождением большинства достижений старой российской военной школы. Ленинский этап в ее развитии носил поисковый, творческий характер, сталинский – шаблонно-догматический. Великая Отечественная война стала моментом истины для советской военной школы. Отпали многие сковывающие ее развитие догматические пути, возродились недооценивавшиеся ранее: индивидуализация обучения и воспитания; подготовка к тому, что нужно на войне; творчество и инициатива [4].

Окончание Великой Отечественной войны поставило новые задачи перед военной школой. Старшие возрасты подлежали демобилизации. Младшие возрасты военного времени нуждались в дополнительной подготовке. Необходимо было максимально учесть опыт войны.

Итоги Великой Отечественной войны оказали огромное и долговременное влияние на развитие советской системы подготовки военных кадров. Основными направлениями ее генезиса стали следующие:

- Во-первых, завершение перевода системы подготовки военных кадров на положение мирного времени к подготовке специалистов по полной программе.
- Вводился нормальный двухгодичный, а затем и трехгодичный срок обучения в военных училищах. Они комплектовались в основном из солдат и сержантов, прошедших школу войны. В учебе особый упор делался на всемерное использование опыта Великой Отечественной войны. Частая сменяемость и быстрый рост кадров в годы войны привели к тому, что значительная часть офицеров оставалась без достаточной общеобразовательной и военной подготовки. Чтобы устранить этот пробел, открывается ряд новых высших и средних военно-учебных заведений.

Во-вторых, проводились изменения в организационно-методических и содержательных основах подготовки военных кадров, создания современной учебно-материальной базы.

Численность, емкость и профиль военно-учебных заведений поддерживались в полном соответствии с запросами войск, требованиями военной теории и практики.

Изменения коснулись содержания преподавания. Война заставила уделять большое внимание изучению вооружений, психологии, взаимодействия родов войск. На изучение военно-технического цикла стадо отводиться в 1,5 раза больше времени, чем на военный, и почти в 2,5 раза больше, чем на социально-экономический и общеобразовательный. При этом 30 % учебного времени отводилось индивидуальной работе.

Широкое распространение в педагогической практике получил принцип «коллективизма и индивидуального подхода». В трудах А.В. Барабанщикова, кроме того, была сформирована система принципов: учить тому, что происходило на войне; посильность обучения; наглядность обучения; переход от простого к сложному; сознательность; активность; самостоятельность; систематичность; последовательность; комплексность и др. [2].

В-третьих, расширялась сеть военно-учебных заведений, готовящих инженерно-технический состав для всех видов Вооруженных Сил и родов войск. Не ожидая прибытия в войска выпускников инженерно-технических учебных заведений, организовывалось переучивание специалистов армии и флота для работы на новой технике. Количество инженеров в Вооруженных Силах к 1953 г. возросло по сравнению с довоен-

ным в 3 раза, техников в 1,5 раза. Если в конце войны одна штатная единица инженерно-технического состава приходилась на 4,2 штатной единицы командного состава, то в 1958 г. соотношение стало 1:1,5 [6].

В-четвертых, огромное влияние уделялось высшему военному образованию. Система подготовки офицерских кадров строилась таким образом, чтобы основы командирских качеств и навыков закладывались в военных училищах, развивались и закреплялись в войсках, а затем расширялись и углублялись в военных академиях.

К концу 50-х годов каждый четвертый офицер имел высшее образование. От 80 до 90 % командиров рот, батарей, батальонов и дивизионов имели боевой опыт Великой Отечественной войны. Только за период 1965–1970 гг. удельный вес высших училищ и академий в общей системе военно-учебных заведений возрос почти в 2 раза. Увеличение количества высших учебных заведений положительно сказалось на уровне образования военных кадров. Оптимальное сочетание знаний высшей военной школы и навыков войны позволяло военным кадрам усиленно решать любые задачи по защите Отечества.

Перевооружение армии на ракетно-ядерное оружие положило начало революции в военном деле. Изменение претерпевала одна из первых советская военная школа.

1. Совершенствовалась специализация обучения в военных академиях и училищах.

2. Были созданы высшие командные и военно-политические училища, высшие училища летчиков и штурманов, высшие военно-морские, командно-инженерные и инженерные училища. В 60-е годы количество офицеров с высшим образованием увеличилось втрое.

3. Рос удельный вес инженерно-технического состава среди военных кадров. К 1966 г. около половины офицеров были инженерами и техниками. В РВСН они составляли 75 %.

4. Перестраивалась система послевузовской подготовки офицеров. Офицеры и генералы стали систематически проходить на курсах переподготовку по новой технике, теории военного искусства, уставам и наставлениям. При домах офицеров расширялась сеть университетов военных и военно-технических знаний. Если в 1960 г. их было 26, то в 1965 г. – более 140.

5. В программах боевой подготовки военных кадров главное внимание уделялось противорадиационной и противохимической защите, совершенствованию оперативно-тактической подготовки, знаний, умений и навыков использования современных средств вооруженной борьбы [3].

С начала 70-х годов почти все средние военно-учебные заведения стали преобразовываться в высшие. Удельный вес ВВУ в общей системе вузов увеличился почти в 2 раза. Как результат, рос удельный вес офицеров с высшим военным образованием. К началу 80-х годов его имели 100 % командиров бригад и выше более 90 % командиров полков, 100 % командиров кораблей 1 и 2-го рангов. Почти каждый второй офицер имел высшее военное или военно-специальное образование [3].

Если в 1965 г. 30,7 % офицеров имели высшее образование, то в 1983 г. – 7,5 %. А после перевода в 1977 г. почти всех средних военных училищ на программу высшей школы, практически все офицеры стали получать высшее образование.

Самым крупным мероприятием воспитательного плана в рассматриваемый период, было введение должности заместителя командира роты по политической части и развертывание сети высших военно-политических училищ.

В 60–90-е годы научно-техническая революция в военном деле привела к тому, что в дидактике высшей военной школы упор стал делаться на проблемное обучение (концепция проблемно-деятельного обучения) [2].

За большие заслуги в подготовке военных кадров и в связи с 50-летием СА и ВМФ 24 высших и средних военно-учебных заведения были награждены орденами.

К середине 80-х годов в подготовке военных кадров выявился ряд проблем:

– придание вузам статуса высших, как в свое время средних, шло без должной переподготовки и перестройки процесса обучения;

– не удалось индивидуализировать процесс обучения, везде преобладал поточный метод;

– ограничение информационного поля коммунистической идеологией тормозило освоение и внедрение достижений мирового опыта.

С началом перестройки на страницах военной печати развернулась дискуссия о том, как готовить военные кадры. Авторы отмечали такие недостатки как:

– низкую профессиональную подготовку офицеров в звене взвод-рота и, несмотря на это, возможность роста по службе;

– завершение военного образования навсегда для большинства окончивших училища;

– отсутствие конкурсов в высшие военно-учебные заведения и т.д.

Отсюда предлагалось:

– в училищах увеличить время на практическую подготовку обучаемых за счет проблем полкового и дивизионного звена;

– стажировать курсантов в должностях рядового и сержантского состава;

– при военно-учебных заведениях, учреждениях и крупных штабах организовать курсы для назначаемых на должности ротного, батальонного и полкового звеньев и т.д.

Большинство этих проблем были из разряда обыденных, присущих любому живому делу. Однако усиленные негосударственными средствами массовой информации до масштабов космических, они становились важными элементами антисоветской психологической войны. Лозунг «так жить нельзя» давал один ответ: делать все наоборот. Тем не менее, система подготовки военных кадров выдержала деструктивное воздействие «перестройки». К сожалению, защита информационного ресурса страны была вне поля ее деятельности. Узкая специализация в итоге, все равно, обесценила саму специализацию.

Таким образом, идеологическая ограниченность не позволяла широко изучать и внедрять достижения мирового опыта, использовать многие естественные механизмы подготовки военных кадров. Подошли к пределу эксплуатация человеческого фактора и моральное стимулирование профессиональных военных. Однако эти и другие недостатки не предполагали революционной ломки всего достигнутого.

Список литературы:

1. Бабаков А.А. Вооруженные Силы СССР после войны (1945–1986 гг.). История строительства. – М. : Воениздат, 1987.
2. Барабанчиков А.В. Педагогические основы обучения советских воинов : дис. ... д-р. пед. наук. – М. : ВПА, 1968.
3. Военно-технический прогресс и Вооруженные Силы СССР. – М. : Воениздат, 1982.
4. Иовлев А.М. Деятельность КПСС по подготовке военных кадров. – М. : Воениздат, 1976.
5. Медведев В.И. Подготовка летных кадров в годы Великой Отечественной войны / В.И. Медведев // В сборнике: Этим дней не смолкнет Слава. Советская авиация в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Всероссийская заочная научно-практическая конференция. – Краснодар, 2020. – С. 6–9.
6. Теплев Б.И. Ум полководца. – М. : Воениздат, 1943.
7. Советские Вооруженные Силы. История строительства. – М. : Воениздат. 1978.

УДК 130.2

РУССКИЙ КОСМИЗМ: ФИЛОСОФСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ



RUSSIAN COSMISM: A PHILOSOPHICAL DIRECTION

Стрелецкий Я.И.

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

Аннотация. Статья посвящена исследованию философского направления русского космизма. Актуальность темы проявляется в ее трех основных аспектах, которые рассмотрены в статье. Философское направление русского космизма отражено в творческом наследии его многих представителей.

Ключевые слова: русский космизм, философское направление, мировая история, аспекты космизма, методология космизма.

Streleckiy Ya.I.

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

Abstract. The article is devoted to the study of the philosophical direction of Russian cosmism. The relevance of the topic is manifested in its three main aspects, which are discussed in the article. The philosophical direction of Russian cosmism is reflected in the creative heritage of its many representatives.

Keywords: Russian cosmism, philosophical direction, world history, aspects of cosmism, methodology of cosmism.

*Для нас едино – все; и в малом, и в большом.
Кровь общая течет по жилам всей вселенной...*

А.Л. Чижевский

В предыдущих публикациях по теме русского космизма анализировались его научное направление, мистицизм и утопизм. Данная статья посвящена исследованию его философского направления. Актуальность озаглавленной темы проявляется в ее следующих аспектах. *Во-первых*, в методологическом. Данное направление составляет теоретическую основу других типов русского космизма. *Во-вторых*, в антропологическом, отражающем, с одной стороны, суть философии русского космизма – нравственное совершенствование человека, а, с другой, духовную деградацию его внутреннего мира на основе новомодных на Западе нетрадиционных ценностей, угрожающих самому homo sapiens. *В-третьих*, в военно-профессиональном. Ведь содержание русского космизма глубоко национально и патриотично и поэтому является надежным инструментом патриотического воспитания российской молодежи, особенно армейской, что составляет надежную основу военно-политической работы с личным составом [1].

Философское направление русского космизма отражено в творческом наследии его многих представителей. Здесь же ограничимся анализом основного содержания учений следующих мыслителей.

Федоров Николай Федорович (1828–1903) по праву считается отцом–основателем философии русского космизма, содержание которого изложено в сборнике «Философия общего дела», изданного уже после его смерти. Космизм Н.Ф. Федорова уникален не только тем, что им открыто, им заложено новое направление в мировой философии – русский космизм, но и тем, что последний по своей сущности дуалистичен. Тем не менее стержень, квинтэссенция его космизма глубоко гуманистична, высоконравственна, проникнута несокрушимой верой в светлое будущее России, в ее историческую миссию возглавить процесс движения человечества к своему бессмертию. Учитывая ограниченные рамки статьи, выделим в творческом наследии русского мыслителя только следующие аспекты.

Во-первых, идею регуляции космических процессов. Она обусловлена как необходимостью обуздания, контролирования опасных человеку слепых сил природы, так и возможностью ее регуляции посредством надежного инструмента – человеческого разума: «Космос нуждается в разуме для того, чтобы быть космосом, а не хаосом, каким он (пока) есть» [2].

Во-вторых, фантастическую этическую концепцию. Суть ее в следующем. Ныне живущее поколение – «сыновья» посредством новейших научных достижений и высо-

чайших технологий обязаны обеспечить бессмертие не только себе, но и воскрешение умерших «отцов»: «Нужно жить не только для себя (эгоизм) и не для других (альтруизм), а с каждым и для каждого. Это союз живущих (сыновей) для воскрешения мертвых (отцов)». Для решения этой задачи необходимо не только обуздать природу, но и преодолеть разобщенность, враждебность, недоверие между людьми, что обеспечит человеку бессмертие, космическое господство, даже равенство с Богом.

В-третьих, идея, которая обычно присваивается К.Э. Циолковскому, но впервые высказанная Н.Ф. Федоровым – космической экспансии человека – переселение землян на иные планеты. Он полагал, что Земля для человека только «исходный материал» для колонизации космоса. Условие осуществления этого грандиозного проекта – развитие науки и техники, освоение энергии электромагнитного поля Земли, что позволит управлять последней в пространстве и во времени, превратив ее в космический корабль – «земноход». В последующем человеку предстоит стать «планетоводом», то есть субъектом, покорившим иные миры, цивилизации, галактики. При этом «только Россия, как по своему географическому положению, так и по своим физическим особенностям, особенно может стать исходным пунктом «общего дела», то есть обеспечения человечеству бессмертия. Оно, по мнению философа, обеспечивается нашей страной не только ее природными, но и социальными условиями – крестьянской общиной, где человек может в полной мере реализовать свою сущность – христианскую любовь к ближнему [10].

Соловьев Владимир Сергеевич (1853–1900) в работах «Философские начала цельного знания», «Первое начало творческой философии», «Чтения о богочеловечестве» и др. изложил свою теорию Всеединства, которая стала методологией его космологии. Основное содержание последней представим в следующих концепциях.

Во-первых, в онтологической. Она выделяет три вида бытия: идеальное, материальное и абсолютное. Первые два сотворены, определены и одухотворены бытием абсолютным – Богом, который сотворил все: «Бог, будучи один, вместе с тем заключает в себе все, и, будучи безусловно самостоятельным и единичным существом, вместе с тем есть производящее начало всего другого». Оно, по мнению философа, – это миф, который в своем развитии проходит два этапа: природный и человеческий, соединяющиеся со своим Творцом. Путь к этому предполагает прохождение пяти ступеней эволюции «царств»: минерального, растительного, животного, человеческого и божьего. При этом «Царство мира должно быть подчинено царству Божию, мирские силы общества и человека должны быть подчинены силе духовной...» [3].

Во-вторых, в антропологической, охватывающей два аспекта существования человека – природный и духовный, божественный. Первый не истинный, враждебен человеку, ибо в нем люди управляются низменными страстями, они борются за власть, за собственность, за славу земную. Это греховный мир. Поэтому для достижения «истинной жизни» человеку необходимо перейти в мир божественный. А осуществить этот процесс он должен в самом себе, внутри собственного «Я», в своем духовном состоянии.

В-третьих, в историософской. По-Соловьеву, смысл мировой истории заключается в духовном, нравственном росте людей на основе овладения и реализации ими христианских ценностей, обожествления самого человечества – в соединении личности с абсолютным бытием, то есть Богом. Такое слияние возможно при активном участии самого человека. «Осуществление Царства Божия зависит не только от Бога, но и от нас, ибо ясно, что духовное перерождение человечества не может произойти помимо самого человечества...» [4]. Предлагаемая мыслителем модель идеального социального организма – это единство государства и церкви, это богочеловеческий союз – христианская теократия.

В наше время стали особо актуальными взгляды В. Соловьева на историю нашей страны. Как он полагает, Россия развивалась в процессе противоборства двух сил – национальности и национализма. Первая – это прогрессивные, патриотические, а вторые – реакционные, негативные, разрушительные. Реформы Петра I он оценивает как патриотические действия мудрого императора, не жалевшего ради Родины ни себя, ни других. Без преобразования этого государственника «не было бы у нас ни Пушкина, ни Глинки, ни Гоголя, ни Достоевского, ни Тургенева, ни Толстого, ни западников, ни славянофилов» [5]. Продолжая эту мысль В. Соловьева, скажем: без первого россий-

ского императора не было бы России царской, Советского Союза, Российской Федерации.

Булгаков Сергей Николаевич (1871–1944) – христианский религиозный философ в обширном творчестве которого космологические идеи представим в следующих концепциях.

Во-первых, в онтологической. Он, развивая философию Всеединства В. Соловьева, четко разделяет два вида бытия – Абсолютное (Бог) и относительное – сотворенный Им космос, что отражено в тезисе: «миру не принадлежит бытие – оно ему дано». Все многообразие мира образовано на универсальной основе материи, которая по своей сущности является не материальной, а духовной субстанцией. Булгаковская материя, обладая статусом первичности, становится не только духовной основой космоса, но и фундаментом эволюции Вселенной. В этом процессе философ выделяет два аспекта – Божественный и тварный. Первый – душа, идеальная первооснова мира, а второй представлен Богом человеку для реализации его творческой сущности посредством труда и искусства [11].

Во-вторых, в антропологической. Она у философа-космиста носит традиционный религиозный характер. Тем не менее все земные и космические процессы он ставит в зависимость от решения «загадки о человеке». А она, с одной стороны, состоит в служении Богу. В этом – суть человека, правда о нем, как способ его спасения. Но, с другой стороны, человек – центр божественного мироздания, он соединяет, концентрирует в себе часть Абсолютного бытия. И к первому и ко второму имеет непосредственное отношение искусство в целом и современное, в частности, и в особенности. Дело в том, что в наше время оно стало доступным, массовым и возможности его влияния на народ, особенно на молодежь, резко возросли. Отсюда и ответственность художника перед Богом и человеком должна быть соответственной, ибо нередко «искусство из высшей деятельности духа низводится до какого-то праздного развлечения или спорта, это вовсе не есть истинное искусство, ибо последнее требует всего человека, его душу, его мысль. Оно всегда серьезно, содержательно, оно является, в известном смысле, художественным мышлением» [5].

В-третьих, в экономической. Эта концепция тесно связана с предыдущей. Более того, она вытекает из нее, является ее продолжением и олицетворением. В самом деле, ведь даже собственная сущность человека только может проявиться и реализоваться не в словах, а в делах и конкретно и предметно – в труде. Последний философ рассматривается не только как категория экономическая, но и духовная: труд обожествляет человека. Ныне особенно актуально звучат слова русского мыслителя о том, что «Человеческое творчество в знании, в хозяйстве, в труде...». Дело в том, что в погоне за прибылью недальновидные дельцы отечественного бизнеса, поставив под свой контроль часть российских СМИ, реально вредят обществу, стране и человеку. Ведь последний не может достичь своей сущности без труда, а некоторые телеканалы приучают нашу молодежь к потребительству, к тунеядству, к безделию и праздности.

Флоренский Павел Александрович (1882–1937) в своем обширном творчестве раскрыл себя не только как богослов и религиозит философ, но и как ученый. Представляется возможным и необходимым отразить основное содержание его космологии в следующих концепциях [6].

Во-первых, в онтологической – учении «космического христианства», раскрывающем Всеединство мира и человека на основе православия. Мыслитель выделяет два вида бытия: «павшее» – это мир Хаоса, ущербности, раздробленности, где причиной всего этого является грех; бытие «премирное», стремящееся к Богу посредством христианской любви и церкви, которой «действительность одухотворяется, освещается, обоживается» и этот процесс реализуется по двум направлениям: «от Бога – к миру» и «от мира – к Богу» на основе взаимной веры и любви [9].

Во-вторых, в культурологической. В ней культура анализируется на той же методологии борьбы двух космических противоположных сил – Хаоса и божественного Логоса. При этом содержание человеческой культуры представлено процессом смены двух ее типов. Первый – ренессансный (возрожденческий), отражающий мир Хаоса, где функционирует закон возрастания неопределенности (энтропии), ведущий к смерти. Второй тип культуры – средневековая, основанная на вере и призванной в XX в. сменить ренессансную. У современного читателя, полагаем, такая классификация культуры «автоматически» переносится на оценку тех процессов в духовной культуре ряда

стран Запада, где традиционные христианские и общечеловеческие ценности вытесняются новомодными ЛГБТешными. Последние действительно ведут к смерти, то есть к самоуничтожению человечества [7].

В-третьих, в эпистемологической (греч. *episteme-знание, logos-учение*), то есть в философии науки. В ней, развивая учение о знании мыслителей Нового времени, богослов и ученый обращает внимание, в первую очередь, на речь самой науки – на систему ее терминов: «все содержание науки, как таковой, сводится именно к терминам в их связи, которые (связи) первично даются определениями терминов». Она, по мнению мыслителя, есть «суждение противоречивое», то есть постигающие через борьбу противоположностей, столкновение различных точек зрения по обсуждаемому вопросу. Значит определяющим методом науки должна стать диалектика, которую необходимо развивать, защищать и внедрять философии в тесном единстве, при сотрудничестве с верой, ибо диалектика – «единственный христианский путь рассуждения.» Только соединяя науку с верой, по его мнению, возможно спасти человечество от самоуничтожения [8].

Идеи космизма, связи Земли и человека с Космосом высказывались еще в Античности, развивались схоластикой, имели место в западной философии Нового времени. Однако цельное направление в мировой философии мысли проложено отечественными философами и учеными под названием «Русский космизм». И это далеко не случайно. Дело в том, что западноевропейская философия в целом односторонне рационалистична: в ней нет места для «дум высокого стремленья», для человека как субъекта и объекта космической эволюции Вселенной, ибо она пуста, недоступна и враждебна человеку. Наоборот, суть философии русского космизма – в совершенствовании, в нравственном преобразовании человека как важнейшей предпосылки формирования новой планетарной цивилизации на принципах Добра, Справедливости, Соборности. Поэтому в наше время философия русского космизма является надежным духовным оружием в навязанной Западом информационной войне против нашей страны, нравственным ориентиром и методологической платформой воспитания российской молодежи в духе патриотизма, готовности и способности к труду во имя процветания своего Отечества, что с необходимостью предполагает и его вооруженную защиту.

Список литературы:

1. Федоров Н.Ф. Соч. – М., 1982. – С. 535.
2. Федоров Н.Ф. Там же. – С. 166.
3. Федоров Н.Ф. Там же. – С. 340.
4. Соловьев В.С. Собр. соч. : в 10 т. – СПб., 1912. – Т. 1. – С. 39.
5. Соловьев В.С. Чтения о богочеловечестве. – М., 1981. – С. 19.
6. Соловьев В.С. Об упадке средневекового мирозерцания. Избр. – М. : Советская Россия, 1990. – С. 116.
7. Соловьев В.С. Национальный вопрос в России / В.С. Соловьев. Собр. Соч. – СПб., 1913. – Т. 5. – С. 32.
8. Булгаков С.Н. Чехов как мыслитель. – М., 1910. – С. 15–16.
9. Булгаков С.Н. Философия хозяйства. – М., 1912. – С. 139.
10. Флоренский П.А. Из богословского наследия / П.А. Флоренский // Богословские труды. – М., 1977. – Вып. 17. – С. 105.
11. Флоренский П.А. Термин / П.А. Флоренский // Материалы и сообщения по славяноведению. XVIII. – Szeged, 1986. – С. 244.

УДК 339.9

ЗАЩИТА ИНТЕРЕСОВ РФ НА АРКТИЧЕСКОМ НАПРАВЛЕНИИ



**PROTECTION OF THE INTERESTS
OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE ARCTIC**

Маркевич А.В.

кандидат военных наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
mark-eisk123@mail.ru

Трухляев Д.А.

Военный учебный научный центр
Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия»
Mr.truhlyaev@gmail.ru

Швец С.В.

отдел военного образования управления кадров
Главного командования Воздушно-космических сил
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анализа Арктического региона, как одно из основных направлений применения военной силы для защиты национальных интересов России. Рассматривается вопрос использования природных ресурсов. В настоящее время военно-стратегическая обстановка в Арктическом регионе обусловлена наращиванием зоны военной активности приарктических государств. Исходя из этого, существующие задачи по обеспечению военной безопасности в Арктике необходимо решать уже сегодня, но достаточных сил, средств и инфраструктуры на данный момент еще не достаточно.

Ключевые слова: арктическое направление, национальные интересы, геополитические позиции, учения, противостояние, эскалация военной напряженности, войска НАТО.

Markevich A.V.

PhD in Military Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
mark-eisk123@mail.ru

Trukhlyaev D.A.

Military Training Scientific Center
of the Air Force «Air Force Academy»
Mr.truhlyaev@gmail.ru

Shvets S.V.

Department of Military Education
of the Personnel Department of the
Main Command of the Aerospace Forces
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article presents the results of the analysis of the Arctic region as one of the main directions of the use of military force to protect the national interests of Russia. The issue of the use of natural resources is being considered. Currently, the military-strategic situation in the Arctic region is caused by the buildup of the zone of military activity of the Arctic states. Based on this, the existing tasks of ensuring military security in the Arctic need to be solved today, but sufficient forces, means and infrastructure are not enough at the moment.

Keywords: Arctic direction, national interests, geopolitical positions, exercises, confrontation, escalation of military tension, NATO troops.

В настоящее время Арктическое направление привлекает много внимания в вопросах решения стратегических задач различными странами. В статье представлены результаты анализа Арктического региона, как одно из основных направлений применения военной силы для защиты национальных интересов России.

Анализ мировой геополитической обстановки показывает, что в Арктическом регионе имеет место постоянное наращивание военной активности арктических государств. Из-за постоянного посягательства на делимитацию Северного Морского Пути со стороны ряда стран и их желания получить под свою юрисдикцию территории Арктического региона богатые природными ресурсами, России приходится принимать превентивные действия. Учитывая последние международные события необходимо ожидать развития различных сценариев направленных на обеспечение национальных интересов большого количества стран в Арктике, в том числе и с применением военной силы. Освоение Северного Морского Пути и разработка перспективных месторождений природных ресурсов в Арктическом регионе невозможно без надежной военной защиты северных рубежей Российской Федерации.

В настоящее время военно-стратегическая обстановка в Арктическом регионе обусловлена наращиванием зоны военной активности приарктических государств.

Постоянное военное присутствие в Арктике стран Арктического региона (США, Норвегия, Канада, Дания) для защиты своих интересов посредством вооруженной борьбы объясняется ими как неотъемлемая часть политики по обеспечению их национальной безопасности. Особое влияние на формирование военной группировки в Арктике странами Арктического региона оказывают неразрешенные проблемы в области

делимитации водных границ и спорные территории региона богатые природными ресурсами. Для понимания интереса проявляемого странами блока НАТО и их союзниками, а также рядом других стран, необходимо разделить эти два вопроса и рассмотреть каждый отдельно, что даст нам понимание о происходящих процессах в Арктическом регионе и позволит предположить необходимые мероприятия, проведения которых позволят укрепить геополитические позиции Российской Федерации в Арктике.

Использование природных ресурсов. Арктический регион является значимым фактором, способствующим росту доходов нашего государства за счет использования крупных месторождений природных ресурсов, рыболовных зон, налоговых поступлений, получаемых от пассажирских и грузовых перевозок по Северному Морскому Пути (СМП), а также предоставления инфраструктур и оказания услуг [1].

Согласно оценкам Геологической службы США, арктический регион содержит залежи газа, эквивалентные 412 миллиардам баррелей, что составляет 22 процента от мировых запасов нефти и газа, а также крупные залежи драгоценных камней и металлов, таких как золото, серебро, медь, железо, свинец, магний, никель, платина и алмазы. Все это богатство в большей степени нивелируется климатическими условиями арктического региона. Основную часть года воды Арктики покрыты льдами. Себестоимость добычи полезных ископаемых при таких условиях настолько велика, что разработка большинства месторождений является нерентабельной. Но так было ранее. Из-за глобального потепления климатическая обстановка в Арктике стала изменяться. Льды постепенно отступают, что открывает доступ к ресурсам и делает их добычу экономически привлекательнее, как и использование морских путей. Наряду с этим существуют обоснованные прогнозы, что до конца 21 века льда в Северном Ледовитом океане не останется вовсе, а значит, навигация в регионе станет круглогодичной. И как следствие вышесказанного, становится неизбежной борьба за господство в Арктике.

В соответствии с международным законодательством, любое государство имеет право на использование подводных ресурсов на расстоянии 200 миль от границ своего побережья. Наряду с этим существующая конвенция ООН, гласит, что если страна сможет доказать, что шельф является продолжением ее континентальной платформы, то его стоит полагать территорией этого государства.

Экономика Российской Федерации становится все более зависимой от минеральных и природных ресурсов Арктического региона. Добыча их в регионе составляет 95 % и 70 % соответственно. Наряду с этим российские геологи обнаружили около 200 месторождений газа и нефти, в том числе доказывая, что подводный хребет Ломоносова является продолжением Сибирской платформы. В случае успеха, под российскую юрисдикцию попадет 1,2 млн кв. м. шельфа с колоссальными запасами углеводородов.

Страны-участницы Арктического совета трактуют требования международных законов иначе, они сами претендуют на обширные участки арктического шельфа. Так, например Канада считает, что хребет Ломоносова является продолжением ее территории и предпринимает попытки доказать это в ООН. На хребет Ломоносова также претендует и Норвегия, которая уже добилась передачи части шельфа под ее юрисдикцию.

Военное присутствие блока НАТО. В настоящее время военно-стратегическая обстановка в Арктическом регионе обусловлена наращиванием зоны военной активности приарктических государств. Особое влияние на создание и наращивание военной группировки в Арктике оказывает борьба за ресурсы и неразрешенные проблемы в области снятия ограничений на использование СМП. Так, в утвержденных Президентом Российской Федерации основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года и дальнейшую перспективу, обозначены национальные интересы в Арктическом регионе – использование Северного Морского Пути в качестве единой национальной транспортной коммуникации. Российская Федерация готова содействовать использованию СМП для международного судоходства в системе транспортных коридоров Запад-Восток-Запад, но при сохранении своей юрисдикции над маршрутом, которая, в частности, подразумевает взимание некоторых сборов за проход по нему, что не может не раздражать страны Запада и ряд восточных стран.

В арктической стратегии ЕС использование морских коммуникаций (в том числе СМП) выделяется в качестве одного из приоритетов региональной политики. При этом Брюссель выступает против дискриминационной практики по использованию морских путей со стороны отдельных арктических государств (России и Канады), связанной с

введением пошлин, сборов и обязательных услуг. Свобода судоходства в морях Северного Ледовитого океана – также один из ключевых интересов национальной безопасности США, обозначенных в директиве по их арктической политике. Причем, как отмечается в документе, для реализации данных интересов Вашингтон готов к применению силы. В дополнение к этому в мае 2019 года, госсекретарь США Майк Помпео заявил о желании защитить свои арктические интересы от наращивания Россией военной силы в Арктике. Он отметил, что Россия укрепляет свои позиции, вновь формирует военные базы, расформированные после холодной войны, и модернизирует свой мощный Северный флот для защиты интересов в регионе. В связи, с чем Пентагон готовит ответные меры. Профессор исследований вопросов войны и мира в «Hampshire College» (штат Массачусетс, США) и корреспондент по вопросам оборонной политики журнала «The Nation» Майкл Клэр рассуждая о действиях США в Арктическом регионе объяснил: «Пентагон не слишком распространялся на этот счет, но даже внимательное чтение военной прессы дает возможность понять, чем именно сейчас занимается США в Арктике. Например, морская пехота установила постоянное присутствие в Норвегии – впервые иностранные войска были размещены там с тех пор, как немецкие войска оккупировали его во время Второй мировой войны», именно такие ответные меры принимает США – наращивание своего военного присутствия в регионе.

Помимо США, по мнению многих экспертов, ряд азиатских стран (КНР, Япония, Южная Корея, Таиланд, Малайзия) входящих в «Азиатский форум полярных исследований», также не откажутся от права использовать СМП на безвозмездной основе. Исходя из этого, следует ожидать, что в ближайшей перспективе региональная политика ряда западных стран будет усилена для выведения СМП из-под юрисдикции Российской Федерации.

Тем временем арктическая стратегия США является обманчиво размытой, нет конкретных видимых мер по экономическому развитию региона. В результате деятельности США в Арктике противоречия в регионе не разрешаются, но в то же время, создаются временные союзнические отношения в зависимости от текущих потребностей и конъюнктуры. Наряду с этим военная же деятельность стремительно наращивает обороты.

Так, не проведенные в запланированном объеме в связи со вспышкой коронавируса COVID-19, военные учения НАТО «Cold Response 2020» (Холодный ответ 2020), которые проводятся каждые два года на севере Норвегии, по мнению зарубежных аналитиков, могли привести к военному конфликту между Россией и США. Изначально учения «Cold Response 2020» должны были начаться 12 марта на юге губерний Трумс и Финмарк и закончиться 18 марта.

По плану учений около 7500 военных США были переброшены в Норвегию, чтобы совместно принять участие в крупнейших по своему масштабу военных учениях с тысячами военнослужащих других стран альянса. Всего планируется привлечь около 16000 военных из 10 стран.

В ходе маневров запланированных учений должны были быть отработаны следующие вопросы: организация воинских перевозок и логистика, действия пеших подразделений на марше и при развертывании, в том числе скрытном, а также высадка тактических десантов, организация разведки и целеуказания всем силам, в частности, в условиях преднамеренных радиоэлектронных помех, а также нанесение огневых ударов по условному противнику, отработка вопросов общевойскового боя в наступлении, действий при захвате населенных пунктов, создания полевых пунктов управления и маневренных баз снабжения, а также мероприятий по восстановлению боеготовности и рассмотрение вопросов использования беспилотных летательных аппаратов [2].

На первый взгляд прошедшие учения могут показаться похожими на любые другие проводимые НАТО, но если разобраться в известных деталях их проведения, то стоит выделить наиболее острый момент – так со слов начальника Оперативного штаба учений генерал-лейтенанта Руне Якобсена, по замыслу войскам НАТО пришлось бы сойтись в массовом сражении с воображаемыми силами вторжения из России. В этом фантастически смоделированном сражении союзные войска должны были «проводить многонациональные совместные учения с высокоинтенсивным боевым сценарием в сложных зимних условиях». Особенностью данных учений является то, что «Cold Response 2020» проводился за полярным кругом, вдали от какого-либо традиционного места проведения учений НАТО и стал новым уровнем отработки боевого применения

войск альянса что, несомненно, могло привести к эскалации военной напряженности в Арктическом регионе и применению ядерного оружия возможными сторонами конфликта.

По предположению всемирного обозревателя The Nation учения «Cold Response» могут стать поводом для непосредственного военного противостояния двух ядерных супердержав России и США, и для таких предположений есть основания. Так важной стратегической особенностью, угрожающей суверенитету и государственной безопасности Российской Федерации, является тот факт, что данные учения будут проходить в непосредственной близости нашей государственной границей. С самого начала американские военные будут отрабатывать высадку десанта вдоль побережья Норвегии. Затем силы НАТО начнут движение в сторону Финмарка, самого северного региона скандинавского королевства находящегося в непосредственной близости к границам Российской Федерации, где в дальнейшем войска проведут совместную отработку высокоинтенсивных боевых действий в условия Арктического климата (тип войны, не виданный в таких масштабах со времен Второй мировой войны).

Поскольку Москва сосредоточила значительную часть своего ядерного оружия, предназначенного для ответа на возможную агрессию, на Кольском полуострове граничащем с северной Норвегией, любая провокация со стороны сил НАТО в рамках учений «Cold Response», хотя это и маловероятно, Россия может рассматривать как непосредственную угрозу ее значительному ядерному потенциалу, к тому же фактически единственной Российской гаванью с беспрепятственным выходом к Атлантическому океану является Мурманск, в котором находится штаб Северного флота Российской Федерации и он так же расположен на Кольском полуострове.

Наряду с этим непосредственной угрозой является американская РЛС на норвежском острове Варде, который находится на расстоянии 65км, от Кольского полуострова. Предполагается, что эта РЛС будет работать совместно с норвежской разведкой, чтобы отслеживать перемещение российских подводных лодок несущих ядерное оружие для наведения на них огневых средств поражения. На этом фоне, в 2018 году Россия провела учения, на которых имитировала превентивную атаку на объекты Варде, задействовав для этого 11 бомбардировщиков Су-24 и батарею ракетной артиллерии, рассредоточенную на острове вблизи Варде. В ответ на это ВМФ США, чтобы повысить свою стратегическую эффективность в случае возможного военного противостояния и возможного нападения на стратегически важные российские объекты в регионе Баренцева моря, в августе 2018 года заявили о возобновлении своего Второго Флота в Северной Атлантике, который ранее был расформирован.

Стоит отметить тот факт, что по плану учений «Cold Response 2020» основной целью России являлся именно захват радиолокационной станции на острове Варде а также Штаба обороны Норвегии в Буде на северо-западном побережье страны. По замыслу, наступление войск Российской Федерации должно быть замедлены норвежскими войсками и силами, но не остановлено. В это же время с европейских баз НАТО начинает прибывать многотысячное подкрепление. В конце концов войска НАТО должны преломить ход войны, что приведет к вынужденному отступлению России.

Очень значимым фактом наращивания военного присутствия США в Арктике является то, что в течении «Холодной войны» Вашингтон также, как и сейчас видел Арктику как очень важный в стратегическом плане театр военных действий и строил сеть военных баз во всем регионе. Основной задачей этих баз являлся перехват советских стратегических бомбардировщиков и баллистических ракет, пересекающих Северный полюс на пути к целям в Северной Америке. После распада Советского Союза большинство из этих баз были законсервированы. Сейчас же, после того как Пентагон обозначил в очередной раз Россию как «главную опасность» для геостратегических интересов США, в Арктике как и во многих других регионах большинство этих баз возобновили свою военную активность и продолжают наращивать боевой потенциал для возможного противостояния в военном конфликте с Россией [4].

По планам НАТО и заявлениям Европейского командования вооруженных сил США замысел несостоявшихся в полном объеме учений «Cold Response 2020» планируется отработать до мельчайших деталей в 2022 году, что, несомненно, не может остаться без внимания России.

История показывает, что от начала поставок кораблей, самолетов, радиотехнических средств и других видов вооружения, до достижения боеготовности подразделений проходит от трех до пяти лет. Очевидно, что применительно к Арктике этот срок будет увеличен. Ремонт и восстановление аэродромной сети, развертывание обеспечивающей инфраструктуры, воссоздание системы управления и связи, обучение полетам в сложных условиях Крайнего Севера, организация поисково-спасательной службы в безлюдной местности – все это потребует значительных усилий и времени [3]. Исходя из этого, существующие задачи по обеспечению военной безопасности в Арктике необходимо решать уже сегодня, но достаточных сил, средств и инфраструктуры на данный момент еще не достаточно. Поэтому, важно без отлагательства начать работу по наращиванию военного присутствия в Арктическом регионе, сосредоточившись на важных направлениях, где можно в короткие сроки достичь успеха. В условиях, когда страны конкуренты превосходят Россию по экономическим возможностям, наш единственный выход – работать на опережение.

Таким образом, важнейшей задачей на сегодня является рациональное планирование применения и распределения доступных сил и средств, с целью обеспечения необходимого уровня прикрытия арктического направления с возможностью его наращивания на наиболее опасных направлениях. Данные мероприятия непременно приведут к сдерживанию, а в случае необходимости и защите интересов Российской Федерации в Арктическом регионе посредством применения Вооруженных Сил.

Список литературы:

1. Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года: Указ Президента РФ от 05 марта 2020 г. – № 164.
2. Маркевич А.В. Возможности применения современных беспилотных летательных аппаратов / А.В. Маркевич, В.А. Манченко, С.М. Попков // В сборнике: Межвузовский сборник научных трудов. МО РФ; Минобрнауки РФ КВВАУЛ. – Краснодар, 2021. – С. 29–33.
3. Филин Д.В. Актуальные проблемы использования ледяного покрова в качестве несущей поверхности для оборудования и безопасной эксплуатации ледовых аэродромов в современных условиях / Д.В. Филин, Н.С. Колесников // В сборнике: Сборник научных статей, посвященный 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. – Краснодар : КВВАУЛ, 2021. – С. 3–6.
4. Ситуативный анализ развития обстановки в Арктическом районе в среднесрочной и долгосрочной перспективе // Аналитический мониторинг. – М. : Центр политической информации, 2019. – № 38.

УДК 355.332

О КРИТЕРИАЛЬНОМ МОДУЛЕ ВОИНСКОГО ТРУДА
 ◆◆◆◆
ABOUT THE CRITERION MODULE OF MILITARY LABOR

Дунайцев А.И.

кандидат военных наук, доцент,
 Краснодарское высшее
 военное авиационное училище летчиков
 dunajcev.a@bk.ru

Dunaitsev A.I.

PhD in Military Sciences,
 Associate Professor,
 Krasnodar Higher Military Flight School
 dunajcev.a@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема профессионального становления офицера, сформулированы основные модульные характеристики воинского труда профессионала (специалиста), описаны блоки (стороны) воинского труда.

Abstract. The article deals with the problem of the professional development of an officer, formulates the main modular characteristics of the military labor of a professional (specialist), describes the blocks (sides) of military labor.

Ключевые слова: Модульные характеристики воинского труда офицера, результат труда, детерминанты, профессиональная деятельность.

Keywords: Modular characteristics of an officer's military labor, the result of labor, determinants, professional activity.

Для решения проблемы профессионального становления офицера целесообразно учитывать опыт разработки целостной модели труда специалиста (профессионала) в различных сферах. В такой модели обычно выделяют процесс и результат труда, его эффективность или неэффективность, специфику труда в разных условиях [1].

В военной сфере труда этот подход дает возможность выделить взаимосвязанные, объединенные интересами служебной деятельности, но не повторяющиеся между собой блоки (стороны): военно-профессиональную деятельность, повседневное общение развивающегося субъекта труда – офицера и результаты воинского труда – боеготовность подразделения, морально-психологическое состояние личного состава и другие реализованные функции и задачи, как показано на рисунке 1.

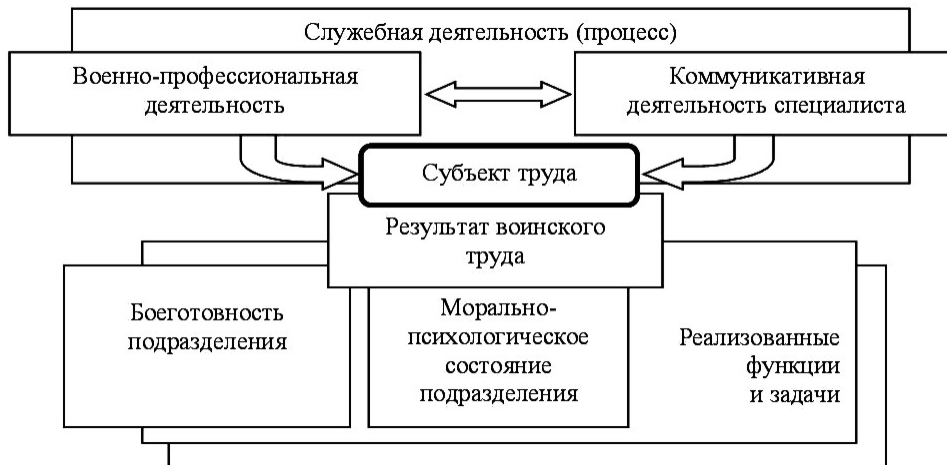


Рисунок 1 – Стороны служебной деятельности

Все они отражают процессуальный и результирующий аспекты воинского труда, в котором офицер выступает главным системообразующим его носителем.

Каждый из блоков воинского труда описывается определенными характеристиками, которые можно сгруппировать в критериальные модули.

Такой модуль целесообразно использовать для описания любого блока (стороны) воинского труда. Он, как правило, включает взаимосвязанную совокупность качеств в виде объективно необходимых знаний, умений и навыков, военно-профессиональных компетенций, акмеологических инвариантов, а также требуемых для специалиста (профессионала) психологических особенностей (качеств) [6].

Профессионализм офицера проявляется в процессе воинского труда и воплощается в его результаты, т.е. он определяет компетентность офицера в воинском труде. Можно сформулировать основные модульные характеристики воинского труда офицера.

Профессиональные знания, как объективно-необходимые сведения о всех блоках (сторонах) воинского труда, складываются из востребованных практикой общих и военно-профессиональных компетенций (компонентов). Они выступают необходимой предпосылкой для формирования всех остальных характеристик субъекта воинского труда.

Профессиональные умения и навыки представляют собой действия и «техники» офицера, применяемые им для реализации должностных и специальных обязанностей (функций) в процессе воинского труда. Они выступают исходными элементами целостной системы технологии этого труда.

Специфические психологические особенности (качества) выражают сформированность всех компонентов психики офицера – процессов, свойств, образований, состояний. Их специфический характер определяется как индивидуальными психофизиологическими особенностями, так и особенностями конкретной военной службы, всей окружающей реальности [6].

Профессиональная позиция в воинском труде выражает устойчивые установки и ориентации, систему отношений и оценок внутреннего и окружающего опыта, реальности и перспектив, а также собственные притязания, реализуемые (не реализуемые, частично реализуемые) в воинском труде.

Они включают общесоциальный, общевойennyй и военно-профессиональный аспекты.

Акмеологические инварианты офицера представляют собой такие компоненты структуры профессионализма, которые обуславливают его активность в достижении сверхнормативных результатов в воинском труде, которые ранее не были востребованы (рис. 2).

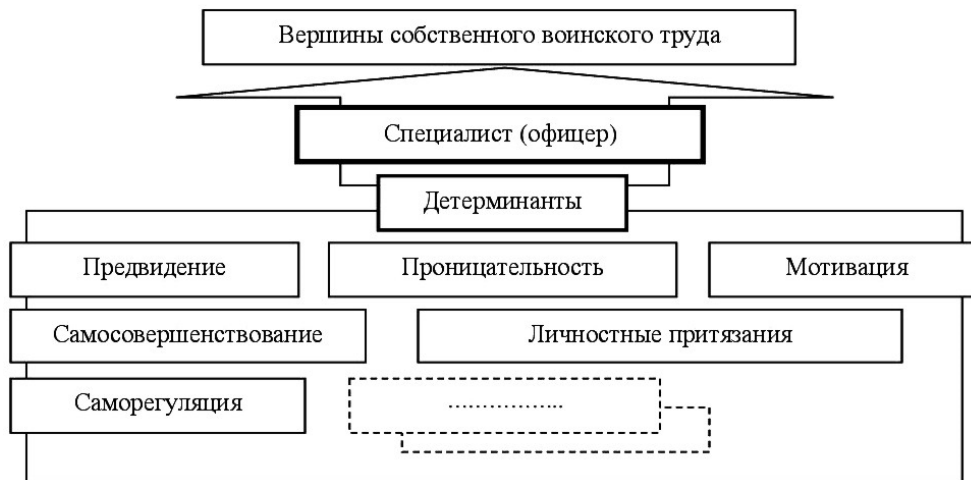


Рисунок 2 – Основные детерминанты, определяющие продвижение офицера к целям

Вернемся к отмеченным блокам (сторонам) воинского труда:

1. Профессиональная деятельность офицера представляет собой его целенаправленную деятельность (активность), процесс реализации им функций ратного труда. Совпадение выдвигаемых целей и задач с его личностными позициями и качествами выступает принципом и условием продуктивности его действий по реализации должностных и специальных обязанностей. Для успешной деятельности необходимы достаточно прочные знания, умения и навыки, сформированные психологические качества, личностные позиции, военно-профессиональные компетенции и акмеологические инварианты [3, 5].

2. Общение офицера в процессе воинского труда представляет собой его взаимодействие с социальными субъектами в процессе воинского труда в целях познания, обмена информацией или удовлетворение своих контактных потребностей. Общение

занимает особое место в воинском труде и представляет собой ту область, в которой реализуются все его стороны. Исключительное место повседневного общения в составе ратного труда офицера указывает на важность понимания его психологических характеристик.

Знания о повседневном общении в армейских условиях помогают определить его структуру и особенности, виды, средства и способы осуществления. Общение выражает сопряжение самостоятельных, самобытных миров конкретных людей, в которых присутствуют такие компоненты как познание, участие, взаимодействие. Они реализуются в процессе служебного (уставного) и неформального взаимодействия. Его особенность состоит в непрерывности, всесторонности и вместе с тем в жесткой нормативной регламентации.

Виды общения обусловлены целями, задачами военной службы и потребностями военнослужащих. Они включают распорядительно-исполнительское, коммуникативно-развивающее, индивидуально-личностное общение. Средства и способы общения призваны обеспечить задействование вербальных и невербальных возможностей его участников.

3. Офицер, как главный субъект воинского труда, определяет его сущность, является системообразующим приоритетом во взаимосвязях всех его сторон. Что может включать целостная модель (образ) военного профессионала показано на рисунке 3.

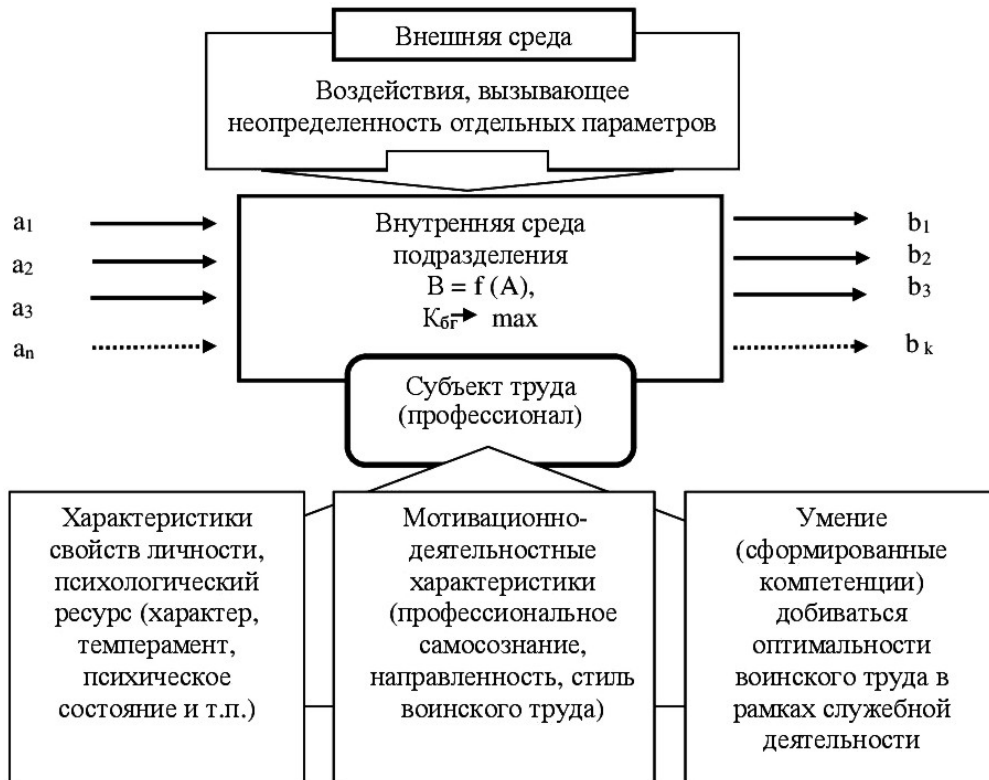


Рисунок 3 – Составная часть модели профессионала

Умение добиваться оптимальности воинского труда в рамках целостного деятельно-воспитательного процесса включает также умения:

- в любых условиях последовательно оставаться на позиции, обусловленной непреходящей значимостью воинского труда;
- развивать и реализовать способности и творческий потенциал в сфере нормативно регламентированного ратного труда;
- преодолевать недееспособные стереотипы и осуществлять продвижение к вершинам профессионализма.

$$A = \{a_1; a_2; a_3; \dots a_n\},$$

где $a_1; a_2; a_3; \dots a_n$ – количественные показатели внутренней среды подразделения: ресурсы, вооружение и военная техника, личный состав, материальные ценности и т.д.).

$$B = \{b_1; b_2; b_3; \dots b_k\}$$

где $b_1; b_2; b_3; \dots b_k$ – параметры коррекции внутренней среды, позволяющие оптимизировать выполнение поставленной задачи (повышение боевой готовности подразделения ($K_{бг}$ – коэффициент боевой готовности) и др.).

4. Результаты воинского труда офицера выражаются в достижении поставленных целей и задач этого труда. Они проявляются в изменениях боевой готовности, воинской дисциплины, морально-психологического состояния личного состава и его собственного развития как индивида, личности, субъекта воинского труда и индивидуальности.

Для получения сведений о результатах воинского труда важно овладеть умениями осуществлять исследования, диагностику, анализ, оценивание и корректировку. Это представляется возможным, когда военнослужащий становится на позицию исследователя, объективного эксперта, аналитика, военного профессионала [2, 4].

Здесь требуются такие качества как интерес к изучению результатов воинского труда; способность исследовать, анализировать и прогнозировать; нацеленность на поддержание стабильных результатов и развитие всех сторон воинского труда; устойчивая мотивация достижения.

Результаты воинского труда складываются из двух показателей – процессуального (как достигнут результат) и результирующего (какой результат достигнут). Сопоставление их с заданной целью и конкретными задачами характеризует продуктивность воинского труда, а также указывает на степень его эффективности, которая непосредственно зависит от совпадения целей, задач и функций военной службы с позициями, качествами, умениями и действиями военнослужащего. Они определяются внешними и внутренними причинами. На результаты воинского труда негативно влияют как внутренние, так и внешние затруднения и барьеры.

Основные условия достижения офицером вершин в воинском труде предполагают создание для этого благоприятных внешних и внутренних предпосылок. Это обеспечивает его соответствие требованиям профессии и устойчивое продвижения к вершинам профессионального совершенства. Видение офицером стратегии достижения вершин профессионализма и следование логике продвижения к ним предполагает прохождение им ряда этапов, каждый из которых означает достижение нового уровня профессионализма, а именно:

- профессиональное становление;
- обеспечение стабильности в воинском труде;
- восхождение к профессиональному мастерству;
- достижение вершин профессиональной компетентности, т.е. творческого воинского труда.

Таким образом, предлагаемые показатели критериального модуля позволяют получить системную многогранную характеристику всех сторон воинского труда офицера. При этом каждая сторона его труда разворачивается самостоятельно, отличаясь от других по значимости, удельному весу и протеканию. Одновременно все они выступают в диалектическом единстве.

Средством достижения результативности такого взаимодействия выступает эффективная система профессионализации. Здесь профессиональное становление и всесторонняя подготовка офицерских кадров осуществляются в целостной системе воинского труда. Оно обеспечивается созданием непрерывного образования и развития военнослужащих, которые осуществляются последовательно и поэтапно. Это способствует формированию устойчивой профессиональной компетентности офицера, которая выступает одновременно как цель, результат и критерий продуктивности системы профессионального становления офицерских кадров.

Список литературы:

1. Дунайцев А.И. Разработка показателей и критериев эффективности профессиональной деятельности военных специалистов / А.И. Дунайцев, А.Ю. Воинов // Межвузовский сборник научных трудов, изд. – Краснодар : КВИ, 2001. – № 6.
2. Дунайцев А.И. Личностно-ориентированное обучение и персонализация подготовки военных кадров / А.И. Дунайцев, А.Ю. Воинов // Сборник научных докладов V Межвузовской

- научно-практической конференции «Инновационные технологии в образовательном процессе». – Краснодар : КВАИ, 2003.
3. Дунайцев А.И. Закономерности и особенности воинского труда / А.И. Дунайцев, О.Е. Солошенко // Сборник материалов Межрегиональной научно-методической конференции. – Краснодар : КВВАУЛ (ВИ), 2006.
 4. Дунайцев А.И. Организационно-педагогические основы эффективной подготовки военных профессионалов / А.И. Дунайцев, Ф.В. Мальчинский // Межвузовский сборник научных трудов (Вып. 11). – Краснодар : КВВАУЛ (ВИ), 2006.
 5. Дунайцев А.И. К вопросу о системе профессионального становления военных кадров / А.И. Дунайцев, В.И. Лашко // Материалы XI Межвузовской научно-практической конференции. Инновационные технологии в образовательном процессе. – Краснодар : КВВАУЛ, 2009.
 6. Дунайцев А.И. К вопросу о подготовке управленческих кадров для частей и подразделений. Личность курсанта: психологические особенности бытия / А.И. Дунайцев, В.Д. Папулов // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (с иностранным участием). – Краснодар : КВВАУЛ, 2019.
 7. Грошев Р.В. Подготовка военных кадров во второй половине XX века / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 3(3). – С. 25–33.
 8. Грошев Р.В. Периодизация военного образования отечественных военно-воздушных сил / Р.В. Грошев // Военно-исторический журнал. – 2018. – № 11. – С. 50–56.

ПАТРИОТИЗМ: ВЧЕРА И СЕГОДНЯ
 ◆◆◆◆
PATRIOTISM: YESTERDAY AND TODAY

Ветвицкая С.М.

доктор психологических наук, профессор,
 Краснодарское высшее
 военное авиационное училище летчиков
 vetvickaya.svetlana@mail.ru

Никитин В.Л.

Краснодарское высшее
 военное авиационное училище летчиков
 kvvaul@mil.ru

Аннотация. Данная статья посвящена проблеме патриотизма. Описываются особенности его проявления в годы Советского Союза и в современное время. Рассматриваются причины и факторы развития чувства антипатриотизма. Приводятся яркие примеры проявления патриотизма военнослужащих в наши дни. Делается вывод о том, что патриотизм – это, прежде всего, нравственный выбор каждого человека, показатель его социальной зрелости.

Ключевые слова: патриотизм, Родина, Отечество, долг, воинский долг, героизм наших дней.

Vetvitskaya S.M.

Doctor of Psychological Sciences,
 Professor,
 Krasnodar Higher Military Flight School
 vetvickaya.svetlana@mail.ru

Nikitin V.L.

Krasnodar Higher Military Flight School
 kvvaul@mil.ru

Abstract. This article is devoted to the problem of patriotism. The features of its manifestation in the years of the Soviet Union and in modern times are described. The causes and factors of the development of feelings of antipatriotism are considered. Vivid examples of the manifestation of patriotism of military personnel in modern times are given. It is concluded that patriotism is, first of all, the moral choice of each person, an indicator of his social maturity.

Keywords: patriotism, Motherland, Fatherland, duty, military duty, modern heroism.

Уже со времен античности идеи патриотизма занимали великие умы. Например, Платон говорил: «И на войне, и на суде, и повсюду надо исполнять то, что велит... Отечество» [3].

Что понимать под патриотизмом? В «Философской энциклопедии» современное понимание патриотизма дано так: «Патриотизм – любовь к Отечеству, преданность ему, стремление своими действиями служить его интересам» [4]. В словаре русского языка автор С.И. Ожегов поясняет патриотизма следующим образом: «Патриотизм и любовь к своему отечеству, к своему народу и готовность к любым жертвам и подвигам во имя интересов своей Родины» [2].

В нашей стране тема любви к Родине была всегда злободневной и рассматривалась в разных формах: как проявление альтруизма и героизма граждан к своему Отечеству и как проявление эгоизма, в меркантильных интересах. В первом случае на чувстве любви к Родине, используя патриотическую риторику, правящие круги иногда применяли ее как рычаги влияния и эксплуатации масс, тем самым девальвируя само понятие патриотизма. В этом случае, люди действительно искренне любящие свою Родину, начинали сомневаться в необходимости своих чувств. Во втором случае, некоторые члены общества, в силу эгоистических чувств или в меркантильных интересах, в системе отношений государство – общество – личность, свои личные интересы ставят во главу угла. Сегодня достаточно распространен принцип: «Пусть сначала Родина мне что-нибудь даст, а потом возможно я ее полюблю».

По всей видимости, любовь к Родине в некоторой степени посягает на свободу индивидуальности. Ведь патриотизм предполагает заботу о благе своего народа и страны в большей степени, чем о своем. Требуется терпение, усердный труд и возможно даже самопожертвования.

Более того, сегодня, в условиях глобализации и большого потока информации, усилилось давление Запада на российскую молодежь, 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. Все чаще сознательно понижается решающая роль Совет-

ского Союза в победе над фашизмом во 2-й Мировой Войне. Все 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.

Переломным моментом в истории нашей страны можно по праву считать распад Советского Союза. После распада возвелась в абсолют регрессия государства и умов большей части населения. Обесценивалось буквально всё: вещи, деньги, земля, моральные ценности. Страна растаскивалась, разворовывалась, распродалась. Кто мог уйти в поисках лучшей жизни – уходил.

Всероссийский социологический опрос в декабре 2020 года показал, что две трети граждан считает, что быть патриотом – значит любить свою страну (67 %), и лишь каждый четвёртый (26 %) считает, что патриотизм – это действия во благо – для процветания страны. А сторонников конкретных видов действий еще меньше. Варианты «быть патриотом – это тратить своё собственное время и деньги на решение общественных проблем» и «помогать нуждающимся» набрали всего 8 % и 4 %.

Со вступлением В.В. Путина на пост президента, страна со скрипом начала двигаться с мёртвой точки, и мало по малу – восстанавливаться. Но не патриотизм. Конечно, говорят много про подъёмы патриотических чувств в последние годы. Однако замечаются «звоночки», наоборот свидетельствующие об ухудшении: в 2021 году, согласно статистике, каждый пятый житель РФ хотел бы уехать из страны. Из этих желающих около половины – молодежь в возрасте 18–24 лет. У высококвалифицированной молодёжи растёт чувство недовольства, сомнений. Давление со стороны недружественных стран, внутренние волнения народа, человеческий фактор – неуклонно ухудшают моральное состояние, а пропаганда из-за рубежа либо убивает чувство патриотизма, либо сводит его только к «любви к своей стране». Устремление в этом векторе показывает и вышеупомянутый всероссийский опрос. Любить из-за рубежа, не прикладывая никаких усилий, это так легко, просто, время от времени, произносить «люблю Россию». Ну а какой же это патриотизм, если для любви к стране больших усилий не требуется. То есть, на лицо явная проблема, связанная с подменой понятий. Более того, наметилось всеми нами известное заблуждение, согласно которого «если ты нашёл какой-либо лёгкий путь, хорошо устроился – значит ты молодец, значит тебе есть чем гордиться». Больше нет того, что «Если ты сделал что-то значимое для своей страны, для своего народа, то ты – тот, на кого стоит равняться».

В данном случае, актуальным будет обратиться к таким категориям как «патриотическое сознание» и «нравственность», как своеобразному «срезу» общественного сознания на обыденно-психологическом и теоретико-идеологическом уровнях [1]. Настоящим патриотом можно считать того, кто сумел превратить из статусно общественно значимого патриотический долг – в глубоко осознанную внутреннюю потребность. В силу этого, формирование патриотического сознания необходимо начинать с самого детства, ведь именно тогда формируются основные жизненные ценности и взгляды на мир. Более того, необходимо учитывать, что воспитанием патриотизма, в любом возрасте, должны заниматься не просто «по приказу», а действительно достойные, заинтересованные и горящие этой идеей люди.

Непревзойденное значение для формирования патриотического сознания оказывают знания истории нашего государства.

Так, патриотизм полностью раскрыл свой интеграционный потенциал в годы Великой Отечественной войны. В период тяжелейших за всю историю нашего Отечества испытаний вся страна поднялась на защиту. Невиданная стойкость и мужество советских воинов, массовый героизм на фронте и в тылу, огромное стремление наших людей отдать всё, даже свою жизнь, во имя Победы позволили поднять представление о патриотизме советского народа на недостижимую высоту. В послевоенное время советский патриотизм в основном проявляется в ликвидации трагических последствий борьбы с фашизмом. Благодаря мужеству, героизму советского народа, абсолютной вере в свою Родину и любви к государству Советский Союз очень быстро становится сверхдержавой. Перед народом были образы героев труда и военных-героев Советского Союза, за которыми шли, и стремились быть такими, как они. 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. Особенно у молодёжи.

Патриотическое сознание приобретает ценность тогда, когда оно получает реализацию в деятельности, в виде конкретных действий и поступков, имеющих положительное значение для Отечества.

Любой вид человеческой деятельности может нести в себе отпечаток любви к своей Родине и приносить пользу. Но самый яркий отпечаток патриотизма носит на себе воинский труд. Следует подчеркнуть, что защитник Отечества не только ежедневно приносит на алтарь патриотизма свои силы, знания, способности, но и готов пожертвовать ради Родины своим здоровьем и даже жизнью. Ярким тому доказательством являются многочисленные герои России, самоотверженно участвующие в специальной военной операции в последнее время. В числе таких героев есть и выпускники нашего училища.



Виктор Анатольевич Дудин

Штурман истребительного авиационного полка. Выпускник Краснодарского авиационного училища, имеет общий налет более 1,5 тыс. часов, за время службы пять раз бывал в боевых командировках в Сирии. С первых дней участвовал в спецоперации на Украине. Он обнаружил и уничтожил украинский истребитель Су-27, тем самым защитив наши войска от удара. На предельно малой высоте поразил «БУК-М1». Позже Дудин не раз срывал атаки со стороны ВСУ. Бывал в бою один против трех истребителей врага. За заслуги перед Отечеством ему присвоено звание Героя России.



Илья Перепелкин

17 марта 2022 года старший лейтенант Илья Перепелкин, на истребителе Су-35 выполнял боевое патрулирование, прикрывал наступление наших войск. Вдруг, в условиях сильных радиопомех обнаружил два Су-27, принадлежащих армии Украины. Он вступил в неравный бой с противником, сделав маневр на 180 градусов, при огромной перегрузке, заняв выгодное положение, произвел пуск трех ракет. Уничтожил самолеты неприятеля. Показал высочайшее мастерство. Своими решительными и профессиональными действиями оказал поддержку сухопутным силам, тем самым способствовал их быстрому наступлению.

Благодаря специальной военной операции, произошла внеплановая проверка: кто чего стоит. На курсантов, как и на военных летчиков, тем более в такое время, как сегодняшняя реальность, возлагаются очень большие надежды и не менее большая ответственность. Достойны ли мы быть примером для остальных? Делаем ли что-то стоящее на благо своего Отечества? Готовы ли отдать свою жизнь на благо Родины? Примером может служить героический поступок военнослужащего Славянской бригады ДНР с позывным «Сава». Он совершил подвиг! Подразделение Сава, в ходе выполнения задания, попало в огневой мешок. Сава оказался уроженцем тех мест, пользуясь знанием местности, он вывел из под огня свою роту. Затем вывел ещё одну роту, солдаты которой считались погибшими. Сам вынес 6 раненых. Во время спасения седьмого солдата прилетела мина, раненый погиб, а Сава получил тяжелые ранения ног, которые ему впоследствии ампутировали. Он настоящий патриот и герой нашего времени, спасший 37 человек. Во время интервью, Сава передал такие слова: «Выполняйте задачи, не смотря на то, что задачи иногда требуют жертв».

На сегодняшний день, патриотизм признан основной национальной идеей. В 2012 году на совещании представителей власти и общественности по вопросам нравственного и патриотического воспитания молодежи в городе Краснодаре 12 сентября 2012 года Президент РФ Владимир Владимирович Путин обратился к идеологии патриотизма: «Мы должны строить своё будущее на прочном фундаменте. И такой фундамент – это патриотизм».

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что патриотизм – это не обычные чувства и не рационализация чувственного восприятия. Здесь проявление сознания человека на уровне единства эмоциональных, интеллектуальных и волевых проявлений, необходимых для патриота-героя, это нравственный выбор каждого человека, свидетельствующий о его социальной зрелости. Для Отчизны важно сохранение ее потенциала во всех областях, но сохранение духа патриотизма в обществе – первоочередно.

Список литературы:

1. Патриотическое сознание: сущность и формирование / А.С. Миловидов, П.Е. Сапегин, А.Л. Самыгин [и др.]. – Новосибирск : Наук, 1985. – С. 16.
2. Словарь русского языка / С.И. Ожегов; Под общ. Ред. Проф. Л.И. Скворцова. – 24-е изд., испр. – М. : 2004. – С. 637.
3. Сочинения : в 3 т. / Общ.ред. А.Ф. Лосева. – М., 1968. – Т. 1. – С. 126.
4. Философская энциклопедия / Гл. ред. Ф.В. Константинов. – М., 1967. – Т. 4. – С. 224.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МАРШРУТА ОБУЧАЕМОГО
В ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ВУЗА



PROSPECTS OF USING THE INDIVIDUAL EDUCATIONAL ROUTE
OF THE STUDENT IN THE INFORMATION AND EDUCATIONAL
ENVIRONMENT OF THE UNIVERSITY

Духанин М.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию индивидуального образовательного маршрута обучающегося в информационно-образовательной среде вуза, данная тема мало изучена и требует дальнейших исследований. Автор раскрывает необходимость использования индивидуально-образовательного маршрута, его сущность и этапы построения. В статье основное внимание уделяется технологии проектирования индивидуально-образовательного маршрута обучающегося. Рассматриваются такие понятия как «индивидуальная образовательная траектория» и «индивидуальная образовательная программа».

Ключевые слова: индивидуальная образовательная программа, индивидуальная образовательная траектория, индивидуально-образовательный маршрут, технология проектирования индивидуально-образовательного маршрута.

Duhanin M.M.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the individual educational route of the student in the information and educational environment of the university, this topic has been little studied and requires further research. The author reveals the necessity of using an individual educational route, its essence and stages of construction. The article focuses on the technology of designing an individual educational route of the student. Such concepts as «individual educational trajectory» and «individual educational program» are considered.

Keywords: individual educational program, individual educational trajectory, individual educational route, technology of designing an individual educational route.

В настоящее время главными современными тенденциями развития высшего образования в России, определяющими основные стратегии и миссии деятельности его учреждений, на сегодняшний день становятся процессы глобализации, цифровизации, клиентоориентированности и интеллектуализации. Цифровая экономика создает новую цифровую реальность жизни человека, определяющую новые модели бизнеса, торговли, логистики, производства, полностью изменяющую формат образования, здравоохранения, управления, коммуникации между людьми, задающую новую парадигму развития государства, экономики и всего общества.

Система высшего образования сегодня должна обеспечивать обществу быстрый и эффективный переход в цифровую эпоху, ориентированную на: рост производительности, определение новых типов труда и профессиональной деятельности; возникшие новые потребности человека; устранение цифрового «разрыва», что возможно посредством включения в образовательный процесс виртуальной и дополненной реальности, выстраивания индивидуальных маршрутов обучения, обеспечения возможности самостоятельного управления собственными результатами обучения.

Широкое и интенсивное внедрение цифровых технологий в повседневную жизнедеятельность человека, расширение личностного и коммуникационного пространства кардинально трансформируют сущность и организацию образовательного процесса в системе высшего образования, учебно-методическое и технологическое его обеспечение. Эти вызовы обозначены и отражены как в нормативных документах и государственных программах Российской Федерации, так и в федеральных государственных образовательных стандартах, профессиональных стандартах.

Для решения проблемы нахождения оптимальных, современных, отвечающих новым вызовам времени путей развития высшего образования как основного «поставщика» интеллектуального потенциала в стране созданы инновационные и научно-образовательные центры, ассоциации («Сколково», «Современные образовательные технологии», «Глобальные университеты» и др.), реализуются государственные проек-

ты (программа повышения конкурентноспособности 5-100, проект «Открытое образование» и др.) [1].

Процесс цифровизации высшего образования заключается не только в создании электронных версий учебников, онлайн-курсов или записи видеолекций. Сегодня мы говорим о «стирании границ» образовательного процесса, переходе его из аудиторного контактного обучения в открытое виртуальное пространство «комнат», библиотек, лабораторий. Преимуществами этого процесса являются возможность расширения и углубления образовательного процесса, ориентированного на индивидуальность обучающегося; возможность самостоятельного выбора темпа и режима занятий, определение «своего» расписания; выбора временных этапов, последовательности изучения курсов и дисциплин; преодоление ситуации «подмены» научных названий (изменение названия курсов, когда содержание не соответствует названию); возможность выбора удобной формы освоения материала; относительная экономия ресурсов как кадровых, так и материально-технических.

В этих условиях становится очень сложным и малопрогнозируемым процесс проектирования индивидуального маршрута обучающегося, постоянно подвергающийся внешним и внутренним изменениям и колебаниям. Проектирование индивидуального маршрута обучающегося – сложный, многоплановый процесс, определяющий эффективность работы вуза и реализующий стратегическую задачу высшего образования – повышение его качества и конкурентноспособности [2].

Необходимость осмысления и решения проблемы индивидуализации образования в цифровом пространстве обусловлена тем, что теория и практика проектирования индивидуального маршрута обучающегося требуют принципиально новой методологической позиции, задающей стратегию исследований таких аспектов, как реализация образовательной программы, отвечающей индивидуальным особенностям и потребностям обучающегося в условиях цифровизации, функционирование и реализация индивидуального образовательного маршрута обучающегося в условиях открытой информационной либо другой среды; образовательный процесс и управление им.

За последнее десятилетие система образования в России сильно изменилась. Прежняя парадигма образования ориентировалась на обучение, современная – на развитие творческих способностей и формирование культуры личности. Сегодня прогресс общества возможен лишь при условии, что люди сами способны искать способы обеспечения своей духовной и материально-благополучной жизни, а также возможности проявления личной творческой инициативы. Проектирование индивидуально-образовательного маршрута создает предпосылки, соответствующие данным образовательным потребностям. Тем не менее, обычно обучаемым очень трудно выбрать тот или иной образовательный маршрут, так как многие считают, что не несут ответственности за сделанный выбор, за свой личностный и образовательный рост [1].

Понятие «индивидуальная образовательная траектория» имеет более широкое значение, по сравнению с понятием «индивидуальный образовательный маршрут». Индивидуальная образовательная траектория имеет много аспектов и несколько направлений реализации.

Содержательное направление реализуется с помощью вариативной части индивидуального образовательного маршрута. Вариативная часть включает в себя: учебные планы и образовательные программы.

Деятельностное направление включает в себя нетрадиционные педагогические технологии и нестандартные методы преподавания.

Процессуальное направление определяет организационный этап и виды общения.

Индивидуальный образовательный маршрут рассматривается как образовательная программа. С одной стороны, образовательная программа предполагает наличие организационно-управленческих способностей, позволяющих реализовать принципы личностно-ориентированного обучения. В данном случае, образовательная программа создает условия для достижения установленного стандарта образования обучаемым с разными образовательными потребностями и возможностями [2].

С другой стороны, образовательная программа определяется как индивидуальный образовательный маршрут. Выступая как организационно-управленческое знание и как индивидуальный образовательный маршрут, образовательная программа сложно структурирована. В ее структуру включены следующие компоненты (табл. 1).

Таблица 1 – Компоненты структуры образовательной программы

Компонента	Содержание компоненты
Целевая	Отражает мотивацию обучающегося, которая влияет на постановку целей и задач индивидуально-образовательного маршрута
Содержательная	Описывает содержание индивидуально-образовательного маршрута как образовательной программы
Технологическая	Поясняет, используемые педагогические технологии, методы, методики, системы обучения и воспитания
Диагностическая	Раскрывает систему диагностического сопровождения
Организационно-педагогическая	Условия реализации и характеристику студента (возраст, уровень готовности к усвоению, образовательной потребности)
Результативная	Описывает ожидаемые результаты реализации

Определение образовательной программы как индивидуального образовательного маршрута является главной характеристикой и позволяет представить образовательную программу, как способ достижения образовательного стандарта, при этом, выбор пути реализации стандарта зависит от индивидуальных особенностей конкретного студента.

Данное понятие образовательной программы содержит в себе принципы индивидуального и дифференциального подхода в обучении. При этом, под термином индивидуализация в педагогике понимается учет в процессе обучения индивидуальных особенностей обучаемых во всех формах и методах обучения. Дифференциация означает учет индивидуальных особенностей и объединение обучаемых в группу на основании выделенных особенностей [4].

Определение образовательной программы помогает конкретизировать понятие «индивидуальный образовательный маршрут».

В.В. Лоренц определяет понятие индивидуальный образовательный маршрут как «целенаправленную проектируемую дифференцированную образовательную программу, обеспечивающую обучающемуся позиции субъекта выбора, разработки, реализации образовательной программы при осуществлении преподавателями педагогической поддержки» [3].

Проектируя индивидуальный образовательный маршрут необходимо сопоставить его с обобщенным образовательным маршрутом. Обобщенный образовательный маршрут представляет собой совокупность общих этапов, периодов, линий, характеризующих продвижение обучаемого при получении образования. Обобщенный образовательный маршрут – это разнообразие индивидуально-образовательных маршрутов. Индивидуально-образовательный маршрут считается возможной проекцией обобщенного образовательного маршрута и определяется как вариант получения образования [2].

Индивидуально-образовательный маршрут дает возможность каждому совершенствовать собственные знания, умения и навыки и углублять их с помощью проектировании своей учебной деятельности.

Проектирование индивидуально-образовательного маршрута начинается с построения концепции, которая включает в себя целеполагание, диагностику, прогнозирование, разработку и отслеживание хода и результата обучения обучаемого а по индивидуально-образовательному маршруту.

В.В. Лоренц выделяет четыре этапа в процессе проектирования индивидуально-образовательного маршрута (табл. 2.).

Технология проектирования индивидуального образовательного маршрута базируется на системном подходе и носит комплексный характер, выражающийся, во взаимосвязи и всех структурных компонентов индивидуально-образовательного маршрута при последовательной реализации этапов проектировочной деятельности. Так, например, на мотивационном этапе, на общем фоне рассмотрения мотивационной структуры и целей проектирования индивидуально-образовательного маршрута, уделяется внимание также общему знакомству с технологией проектирования индивидуально-образовательного маршрута и определению областей знаний, необходимых для осуществления данной проектировочной деятельности [3].

Таблицы 2 – Этапы процесса проектирования индивидуально-образовательного маршрута

Этапы	Содержание этапа
Мотивационный этап	Целью мотивационного этапа является побуждение обучаемого к проявлению себя как личности и развитию своих индивидуальных способностей для того, чтобы удовлетворить свои познавательные интересы
Когнитивный этап	Во время когнитивного этапа обучаемый получает знания о системе и принципах проектирования индивидуально-образовательного маршрута
Технологический этап	На технологическом этапе определяется содержание индивидуально-образовательного маршрута и способы его реализации
Рефлексивный этап	Рефлексивный этап представляет собой самоанализ мотивов, целей, способов достижения целей и результатов. Важно отметить, что рефлексия должна сопровождать каждый из перечисленных этапов

В процессе реализации технологии проектирования индивидуально-образовательного маршрута важно учитывать этапы образования, перечисленные в обобщенном образовательном маршруте, с помощью которого определяется тип индивидуально-образовательного маршрута. При проектировании индивидуально-образовательного маршрута учащиеся выступают в качестве субъекта деятельности при консультирующей роли преподавателя, готового предложить необходимый комплект средств обучения. Важной образовательной целью в данном случае считается личностное развитие студента, а учебная информация используется как средство организации познавательной деятельности [2].

Проектирование индивидуально-образовательного маршрута предполагает ориентирование системы обучения на удовлетворение потребностей в образовательных услугах и развитие творческих способностей студента. В этом случае обучаемому предоставляются определенные права:

- право на участие в формировании собственного индивидуально-образовательного маршрута;
- право выбора формы обучения;
- право на внесение изменений в индивидуально-образовательный маршрут в процессе обучения по отдельным дисциплинам [1].

Выбор индивидуально-образовательного маршрута предусматривает следующую процедуру:

- анкетирование и беседа со студентом для определения его мотивации обучения по индивидуально-образовательному маршруту, исследование его индивидуальных особенностей и уровня готовности к обучению по выбранному маршруту;
- обсуждение преподавателями и психологами обоснованности выбора данного индивидуально – образовательного маршрута;
- окончательное определение выбора образовательного маршрута и его утверждение.

Основаниями для выбора индивидуально-образовательного маршрута являются:

- профессиональные и жизненные планы обучаемого;
- подходящий уровень образованности, необходимый для благополучного продвижения студента по данному образовательному маршруту;
- успехи в учебной, творческой и социальной деятельности;
- состояние здоровья и другие, не зависящие от учебного процесса причины.

Часто необходимо вносить изменения в индивидуально-образовательный маршрут. Причины для изменения индивидуально образовательного маршрута могут быть следующие: трудности в реализации данного образовательного маршрута, высокий или низкий уровень трудности маршрута, не соответствующий уровню образованности обучаемого и т.д. [3].

Следовательно, выбор индивидуально-образовательного маршрута зависит от многих факторов, в дальнейшем он может дополняться и изменяться по необходимости, в зависимости от потребностей и индивидуальных способностей обучаемых. Индивидуально-образовательный маршрут должен соответствовать возможностям обучаемого, динамике его развития под влиянием обучения.

Спроектировав свой индивидуально-образовательный маршрут, обучаемый может форсировать или удлинять процесс изучения дисциплин в зависимости от сложности, познавательных потребностей и мотивации в обучении. При этом существует заинтересованность в сдаче разного рода отчетности, так как от этого зависит продвижение к конечной цели обучения.

Таким образом, в индивидуальном образовательном маршруте формулируется не только цели, но и ожидаемые результаты его освоения. Для того, чтобы иметь возможность соотнести реальные результаты освоения обучаемым индивидуального образовательного маршрута с ожидаемыми результатами, должны быть предусмотрены способы выявления и контроля реального уровня образованно обучаемого. Формы контроля достижений следует выбирать, ориентируясь на описанные в индивидуальном образовательном маршруте ожидаемые результаты.

Список литературы:

1. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : ККВА-УЛ; Издательский дом, 2020. – 194 с.
2. 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.
3. Варфоломеева С.В. Применение образовательных метаанных 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.
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, 2019. – С. 190.
5. Лукашенко Д.В., Грошев Р.В. На пороге прорыва: проблемы и векторы развития образовательных систем // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2018. – № 9. – С. 6–10.
6. Грошев Р.В. Организационно-педагогические условия развития отечественной системы образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 2(6). – С. 117–121.
7. Грошев Р.В. Эволюция органов управления военным образованием / Р.В. Грошев, М.В. Парфенов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 3(7). – С. 14–18.

УДК 159.9

**АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ**



**UPDATED PROBLEM OF DEVELOPMENT
OF STRESS RESISTANCE OF MILITARY PERSONNEL**

Чуфистов И.Е.

Краснодарское высшее военное училище
awesomebot1007@mail.ru

Куликова Н.М.

Краснодарское высшее военное училище
nakulikova@list.ru

Куликова Т.А.

кандидат химических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
takulikova@list.ru

Аннотация. Профессиональная деятельность военнослужащих принадлежит к числу наиболее сложных и динамичных, поскольку им приходится работать в условиях повышенной физической и психологической напряженности. При этом требуется немедленное реагирование на разнообразные внешние раздражители и интенсивные потоки информации. Сегодняшняя военно-политическая обстановка в стране и мире подчеркнула важность темы стрессоустойчивости для военной психологической науки. Для проведения работы психологов и командирского звена по формированию и совершенствованию стрессоустойчивости личного состава необходимо, в первую очередь, изучить стрессовые факторы, возникающих в процессе работы военнослужащих. Разработанная на основании этих знаний стратегия снижения влияния данных стрессогенов, формирования и повышения уровня стрессоустойчивости способствовало бы менее травмирующей и более качественной службы в ВС РФ».

Ключевые слова: стресс, стрессоустойчивость, военнослужащие, стресс-факторы, экстремальные условия.

Chufistov I.E.

Krasnodar Higher Military School
awesomebot1007@mail.ru

Kulikova N.M.

Krasnodar Higher Military School
nakulikova@list.ru

Kulikova T.A.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
takulikova@list.ru

Abstract. The professional activity of military personnel is one of the most complex and dynamic, since they have to work in conditions of increased physical and psychological tension. This requires an immediate response to a variety of external stimuli and intense information flows. The current military-political situation in the country and the world has emphasized the importance of the topic of stress tolerance for military psychological science. To carry out the work of psychologists and commanders in the formation and improvement of the stress resistance of personnel, it is necessary, first of all, to study the stress factors that arise in the course of the work of military personnel. The strategy developed on the basis of this knowledge to reduce the impact of these stressors, to form and increase the level of stress resistance would contribute to less traumatic and better service in the RF Armed Forces.

Keywords: stress, stress resistance, military personnel, stress factors, extreme conditions.

На современном этапе развития Вооруженных Сил Российской Федерации значительно усиливается внимание к проблеме надежного и эффективного функционирования личности военнослужащего в условиях воинской деятельности. Становится очевидной необходимость реформирования системы воспитания и обучения личного состава с целью укрепления морально-психологического состояния и психологической устойчивости военнослужащих, а также повышения их способности и готовности к выполнению задач в любых условиях обстановки [1].

Военная психология является научной основой деятельности кадров в данной области, а достижения современной психологической науки и практики обеспечивают решение многих важных социальных задач. На сегодняшний день накоплено не мало специализированных знаний и практического инструментария для решения чрезвычайно актуальной и общественно значимой задачи – психологической поддержки ветеранов боевых действий и военнослужащих в условиях военных конфликтов.

Обострение вооруженных столкновений в мире ещё раз показывает, что пребывание людей в условиях ведения боевых действий в течение длительного времени может приводить к перенапряжению механизмов психической адаптации и нарушениям психического и соматического здоровья. Ввиду своей профессиональной деятельности

лица опасных профессий в целом, и военнослужащих в особенности, в большей степени подвергаются стрессовым потенциально травматическим событиям [2].

Психологические особенности военнослужащих, возможности и ограничения человеческого организма, уровень адаптации личности и условия труда позволяют, в конечном итоге, повысить эффективность, надежность и безопасность выполняемой работы, привлекательность труда и удовлетворенность им. Опасная профессия – это вид трудовой деятельности с условиями, при которых на специалиста воздействуют вредные (опасные) факторы, что в конечном итоге является причиной возникновения угрозы для его здоровья и жизни. Для военнослужащих, как и для большинства специалистов других экстремальных профессий, плата за неверные действия настолько велика, что права на ошибку попросту нет. Деятельность в таких условиях предъявляет повышенные требования и критерии к состоянию здоровья и функциям организма лиц.

Кроме того, военнослужащие могут сталкиваться со стрессом помимо профессиональной и в любой другой сфере своей повседневной деятельности. Проблема стрессоустойчивости имеет большое значение в связи со спецификой воинского труда, непосредственно связанного с различными факторами, вызывающими колоссальную нагрузку на психику и нервную систему. Р.М. Грановская считает: «Психологический стресс, невезение, срывы, страх, чувство опасности – самые разрушительные стрессоры для человека. Помимо физиологических изменений, приводящих к соматическим заболеваниям, они вызывают психологические последствия эмоциональных перегрузок – неврозы» [3].

В научной литературе явление стресса представлено множеством определений, в которых оно рассматривается как совокупность факторов, влияющих на психику и физиологию человека, а также как психические состояния, связанные с этими факторами.

Основная индивидуальная характеристика содержания стресса – адаптация личности (стрессоустойчивость). Стрессоустойчивость – важное условие сохранения работоспособности и эффективного взаимодействия в напряженных ситуациях. Во многих работах устойчивость, толерантность к стрессу приравнивается к понятию «эмоциональная устойчивость».

М. Тышкова определяет стрессоустойчивость как:

- 1) способность противостоять интенсивным или необычным раздражителям, являющимся сигналом опасности и приводящим к изменению поведения;
- 2) способность противостоять чрезмерному возбуждению и эмоциональному напряжению, возникающему под влиянием стрессоров;
- 3) способность выдерживать высокие уровни активации, не мешая при этом проявлению активности.

К внешним факторам, вызывающим возникновение стресса относят объективно существующие условия (боль, жара, холод, боевая обстановка, высокий ритм деятельности, избыток или недостаток информации и др.).

К внутренним факторам проявления устойчивости к стрессу относят субъективное: ценности человека, значимость события для личности, субъективная оценка личностью ситуации [4].

В психологии и психофизиологии стрессоустойчивость исследуется как свойство личности, способствующее высокой продуктивности деятельности в экстремальных ситуациях. Чаще всего ее изучение строится на выявлении и дифференциации стрессоров, определении разноуровневых физиологических, психофизиологических и психологических факторов при воздействии различных лабораторных или реальных стрессовых условий, которые задают высокую или низкую степень проявления стрессоустойчивости. В результате выявляются физиологические, интеллектуальные, эмоциональные, волевые и другие характеристики человека, способствующие стрессоустойчивости [5].

Сегодняшняя военно-политическая обстановка в стране и мире подчеркнула важность этой темы для военной психологической науки. Военнослужащие на постоянной основе испытывают стресс, связанный с их деятельностью, но, к сожалению, степень их стрессоустойчивости оставляет желать лучшего, т.к. на наш взгляд получает недостаточное внимание в процессе подготовки кадров. Изучение явления возникновения стресса у военнослужащих напрямую влияет на подготовку специалистов готовых

действовать в стрессовых условиях с сохранением необходимого психофизического состояния.

Для проведения психологической работы по формированию и совершенствованию стрессоустойчивости личного состава необходимо, в первую очередь, изучить стрессовые факторы, возникающих в процессе работы военнослужащих.

Специфика армии предполагает повседневное несение службы зачастую в условиях ненормированного режима работы и отдыха, а выполнение преобладающей части задач и вовсе в экстремальной обстановке с риском для жизни, когда физическая и психическая нагрузка на человека достигает своего предела, за чем следуют переутомление, эмоциональное и нервное истощение, расстройства деятельности, перегорание, и т.п. В армии обязанности каждого строго регламентированы, а также жестко иерархична субординация. Приказ не подлежит обсуждению и должен неукоснительно выполняться вне зависимости от отношения того лица, которому он отдается. Следует упомянуть и отсутствие возможности свободного выбора занятия, а порой и места жительства военнослужащего. Также часто имеет место наличие неблагоприятных факторов в виде воздействия шума, вибрации, химических агентов, замкнутого пространства, монотонии. Постоянное пребывание в одновозрастном и однополном коллективе, отсутствие возможности уединения и невольное социальное взаимодействие, и как следствие межличностная напряженность и конфликты являются еще одним видом испытания психологической устойчивости военнослужащих. Данные факторы характерны для службы в любой военной организации российской армии [5].

Не смотря на очевидный исследовательский интерес к явлению стресса единой разработанной научной классификации не существует. Однако в военной психологии в зависимости от типа психосоциальной мотивации принято различать:

1. Стрессовые факторы напряженной повседневной профессиональной деятельности. Сюда входят характеристики различных направлений деятельности, регламентированные положениями и нормативными документами.

2. Стрессовая деятельность в экстремальных условиях. В данном случае речь идет о выполнении конкретных военно-профессиональных задач, связанных с рисками, угрозами и т.п.

3. Стрессовые факторы семейной жизни. Развод, потеря близких, супружеские конфликты могут действовать как стрессоры.

4. Моральные стрессоры: угрызения совести, ответственность за жизнь и здоровье людей, за выполнение задания и др.

5. Стрессовые факторы социальных условий. Это изначально изоляция от семейного окружения, сочетающаяся с изменением (утратой) необходимых социальных связей.

Все это отличается сроками действия и характером воздействия на психику.

На момент действия это может быть:

1. Краткосрочные стрессоры (от нескольких часов до нескольких дней): вызывающие тревогу и страх.

2. Длительное воздействие (от нескольких месяцев до нескольких лет): приводящее к утомлению.

По характеру воздействия на органы чувств можно назвать:

1. Стрессоры зрительно-психического ряда (смерть на глазах у родственников, коллег, взрывы; вид трупов, крови и др.).

2. Стрессоры слухового ряда (стрельба).

3. Стрессоры тактильно-обонятельного ряда (запах газа и трупа, холод, тепло, электрический ток и др.).

Приведенная классификация стресс-факторов достаточно условна, так как в военной деятельности все они воздействуют на личность, скорее, в комплексе. Однако, зная эти факторы, представляется возможным организовать целенаправленную работу по развитию стрессоустойчивости.

Исследования показывают, что стресс – результат образа мышления человека, оценки сложившейся на данный момент обстановки, знания своих собственных ресурсов и возможностей, выработанной жизненным опытом стратегии поведения в стрессовых ситуациях.

Таким образом понимание и более глубокое изучение стрессоров, позволит, во-первых, организовать работу военной организации таким образом, чтобы по крайней мере, минимизировать риски возникновения стрессовых ситуаций в работе военнослужащих, во-вторых, продумать и реализовать психологическую работу (групповые и индивидуальные консультации, тренинги и т.п.), позволяющие сформировать у личного состава стрессоустойчивость и работать эффективно как в повседневной деятельности, так и в экстремальных условиях военных действий.

Список литературы:

1. Епанчинцева Г.А. О роли стрессоустойчивости в профессиональной деятельности военнослужащих / Г.А. Епанчинцева, Т.Н. Козловская, К.В. Семенова // НАУ. – 2015. – № 2–8(7).
2. Козлова И.Н. Стрессогенность срочной службы в современной российской армии для военнослужащих по призыву / И.Н. Козлова // Психология: традиции и инновации. Материалы I Междунар. науч. конф. (г. Уфа, октябрь 2012 г.). – Уфа : Лето, 2012, С. 93–102. – URL : <https://moluch.ru/conf/psy/archive/35/2629> (дата обращения 20.02.2022).
3. Лямзин Е.Н. Фактор стрессоустойчивости как совокупность психологической и физической подготовки военнослужащих / Е.Н. Лямзин, И.А. Саванин // Психология и педагогика служебной деятельности. – 2021. – № 3.
4. Мельникова М.Л. Психология стресса: теория и практика : учебно-метод. пособие / М.Л. Мельникова // Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2018. – 112 с.
5. Пархомчук Д.С. Стрессоустойчивость лиц опасных профессий в условиях локального вооруженного конфликта / Д.С. Пархомчук, А.А. Востриков // Медицина катастроф. – 2021. – № 1. – С. 51–55. – URL : <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2021-1-51-55> (дата обращения 22.02.2022).
6. Хадарцев А.А. Профессиональный стресс у военнослужащих (обзор литературы) / А.А. Хадарцев, Н.Е. Стариков, Р.В. Грачев // ВНМТ. – 2020. – № 2. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/professionalnyy-stress-u-voennosluzhaschih-obzor-literatury> (дата обращения 02.03.2022).
7. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
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 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.
10. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.

УДК 378.147

**К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ
В ВОЕННЫХ ВУЗАХ**



**TO THE QUESTION OF THE POSSIBILITY OF INDIVIDUALIZATION
OF TRAINING IN MILITARY HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**

Куликова Т.А.

кандидат химических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
takulikova@list.ru

Куликова Н.М.

Краснодарское высшее военное училище
nakulikova@list.ru

Аннотация. Реализация индивидуального подхода в образовании началась в средней школе и уже достигла определенного уровня. Для всех российских университетов характерно поточно-групповое обучение, что без сомнения сдерживает индивидуализацию обучения в этих образовательных учреждениях. Индивидуализацию в полной мере осуществить в реальности достаточно сложно. По крайней мере, для этого необходимо создать определенные условия, что не всегда является возможным. В военных вузах реализация индивидуального подхода еще более усложняется и на первый взгляд кажется вообще невозможной. Военная специфика, безусловно, создает дополнительные сложности по сравнению с гражданскими вузами. Однако, именно в рамках занятия, через индивидуальный учебный план возможно хотя бы частично индивидуализировать образовательный процесс.

Ключевые слова: образование, индивидуализация, индивидуальный учебный план, оптимизация учебного процесса, военное образование.

Kulikova T.A.

PhD in Chemical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
takulikova@list.ru

Kulikova N.M.

Krasnodar Higher Military School
nakulikova@list.ru

Abstract. The implementation of an individual approach in education began in high school and has already reached a certain level. All Russian universities are characterized by flow-group education, which undoubtedly hinders the individualization of education in these educational institutions. Individualization is quite difficult to fully implement in reality. At least, for this it is necessary to create certain conditions, which is not always possible. In military universities, the implementation of an individual approach becomes even more complicated and at first glance seems impossible at all. Military specificity, of course, creates additional difficulties compared to civilian universities. However, it is within the framework of the lesson, through an individual curriculum, that it is possible to at least partially individualize the educational process.

Keywords: education, individualization, individual curriculum, optimization of the educational process, military education.

Система высшего образования в современном российском обществе как фактор культурного воспроизводства испытывает огромные трудности, связанные с противоречиями между производителями и потребителями образовательных услуг. Можно выделить следующие проблемы высшего профессионального образования: вузы готовят кадры по устаревшим специальностям для «уходящей» ресурсозатратной экономики; коммерциализация высшего образования ставит преграды для способных молодых людей из низших социальных слоев; устаревшая материально-техническая база вузов не соответствует информационным технологиям; произошла замена ценности образования ценностью диплома о высшем образовании; снизился интеллектуальный потенциал молодежи, у студентов исчезли установки на труд, научную деятельность, общественно-политическую активность. Усиливает проблемы высшего образования курс федерального правительства на двухуровневую подготовку, известную как Болонский процесс [1].

Главной задачей и целью функционирования системы образования, является формирование кадрового интеллектуального потенциала, который отвечает современным требованиям, и способствует социально-экономическому развитию страны. Система образования должна обеспечить возможность получения высокопрофессионального образования, чтобы специалисты были конкурентоспособны на рынке труда. Не должно быть ограничений гражданам в получении образования, независимо от его национальности, имущественного и социального статуса, религиозных, философских и иных взглядов и убеждений. Не должно быть в системе образования коррупции, так как

это воспитывает в человеке нежелание трудиться и развивает в нем безответственность. Нам надо иметь всесторонне образованного, востребованного на рынке труда специалиста, но прежде всего гражданина высоких морально-нравственных качеств.

Реформы, которые проводились в России в последнее время не дали каких-либо положительных результатов. В.В. Путин отметил, что качество образования остается проблемой номер один и, что «доступность и качество образования прямо влияют на наши национальные перспективы». Однако, несмотря на процессы реформирования образования, происходящие в нашей стране в последние годы, качество образования как центральная проблема реформирования, остается без должного внимания.

В связи с этим в настоящее время приобретает особую значимость проблема индивидуализации образования, поскольку с ее решением связано создание условий для раскрытия и развития творческих и индивидуальных способностей обучающихся, повышение успеваемости, активного саморазвития, углубления знаний, расширения учебных возможностей [2].

Федеральный государственный стандарт основного общего образования одним из условий реализации образовательной программы определил индивидуализацию процесса образования посредством проектирования и реализации индивидуальных образовательных планов обучающихся, обеспечения их эффективной самостоятельной работы при поддержке педагогических работников и тьюторов. В связи с этим реализация индивидуального подхода в образовании началась в средней школе и на сегодняшний день достигла определенного уровня.

Возможности индивидуализации обучения в российских университетах сдерживаются особенностями организации учебного процесса. Практически для всех российских университетов характерно поточно-групповое обучение, при котором учебные группы и потоки формируются из принятых на обучение студентов один раз на весь срок обучения. Студенты каждой учебной группы в течение всего срока обучения имеют общий учебный план и общее расписание учебных занятий. Возможности индивидуализации учебных планов и программ весьма ограничены и сводятся, как правило, к организации занятий по иностранному языку и выбору одной из дисциплин социально-экономического цикла.

В современном высшем образовании поточно-групповая организация обучения сохраняется лишь в российских университетах, вузах постсоветского и частично постсоциалистического пространства. Для большинства университетов остального мира характерна индивидуально-ориентированная организация обучения, при которой каждый студент имеет возможность выбрать из учебного плана модули для изучения в следующем семестре, а также преподавателей и время занятий. В соответствии с выбором студентов для изучения каждого учебного модуля формируются группы и потоки, которые сохраняют свои составы только в течение очередного семестра. Таким образом, не отдельные, а все студенты современных университетов имеют индивидуальные учебные планы и расписания учебных занятий [3].

Индивидуализация в образовательном процессе – это построение индивидуальных образовательных программ, которые содержат перечень основных видов деятельности обучающихся на разных ступенях образования и перечень основных задач.

Индивидуализация – новый подход к образованию, процесс, при котором активным в выборе содержания своего образования становится сам обучающийся.

Существуют различные формы индивидуализации обучения: индивидуальные творческие задания, индивидуальное обучение, программированные, индивидуальные консультации и собеседования, самостоятельная учебная работа, оказание индивидуальной помощи обучающимся и др.

В результате индивидуализация обучения создает предпосылки для развития интересов и специфических способностей обучающихся; оптимизации учебного процесса, предоставления свободы выбора и формирования мотивации обучения, уверенности в своих возможностях, собственной позиции в учебной деятельности; формирования адекватной самооценки у обучающихся [4].

Основной задачей индивидуализации обучения является обеспечение максимальной широты и глубины овладения материалом, развития способностей каждого обучающегося, сохранение, формирование и дальнейшее развитие индивидуальности, умственной самостоятельности. личности.

Индивидуализация повышает личную ответственность и активность обучающихся как участников учебного процесса, развивает их творческое начало и вырабатывает способности и привычки самостоятельного приобретения знаний, умений и навыков.

Главная цель индивидуализации обучения – сохранение и развитие индивидуальности личности обучающегося, его способностей; содействие выполнению учебных программ и предупреждение неуспеваемости; рост мотивации к обучению и развитию познавательных интересов; формирование личностных качеств – самостоятельности, трудолюбия, творчества.

Для достижения желаемых результатов в индивидуализации обучения преподавателю необходимо оказывать помощь обучающимся на пути их собственного развития с опорой на все уровни их самостоятельности.

Из всего сказанного становится понятно, что индивидуализацию в полной мере осуществить в реальности достаточно сложно. По крайней мере, для этого необходимо создать определенные условия, что не всегда является возможным. Прежде всего, придется отрегулировать количество обучающихся в учебной группе, поскольку индивидуальный подход невозможен, если в аудитории более 12–15 обучающихся на 1 преподавателя. Следовательно, придется изменить количество преподавателей или их нагрузку, количество аудиторий, нормы учебников и учебной литературы, и других объектов учебно-материальной базы. Кроме того, преподаватели должны обладать не только знаниями по своим дисциплинам, но иметь определенные навыки и умения для реализации индивидуального подхода в обучении. Добиться успехов в индивидуализации образования возможно только с учетом типа темперамента и нервной системы обучающихся, особенностей воспитания и развития, склонностей и интересов, уровня базовых знаний и умений. Преподаватель должен не только учитывать интересы и склонности обучающихся, но и стараться открывать новые.

Эти особенности позволяют организовать учебно-воспитательный процесс на высоком уровне.

В некоторых случаях, как, например, в военных вузах реализация индивидуального подхода еще более усложняется и на первый взгляд кажется вообще невозможной. Военная специфика, безусловно, создает дополнительные сложности по сравнению с гражданскими вузами.

В настоящее время система военного образования является, с одной стороны, подсистемой образовательной системы России, имеет много общего с ней, а с другой – имеет целый ряд своих характерных особенностей. Военная школа России (так сложилось исторически) всегда отличалась от общегражданской системы образования:

- выпускники военных образовательных организаций готовятся к военной службе на конкретных первичных должностях;
- качества офицера-профессионала в полной мере формируются только в условиях военной среды, с момента поступления в вуз будущий офицер приобретает статус военнослужащего и азы военного дела постигает не только в аудиториях и на учениях, но и в повседневной жизни воинского коллектива;
- цель и содержание подготовки даже по близким военным и гражданским специальностям различаются существенным образом;
- подготовка профессионального военного человека направлена на выполнение определенных функциональных обязанностей в боевых условиях в тесном взаимодействии с другими военными специалистами;
- подготовка офицера сопряжена с необходимостью воспитания у него определенных морально-волевых качеств, направленных на готовность к преодолению тягот военной службы и самопожертвованию ради выполнения поставленной боевой задачи;
- высокая удельная стоимость подготовки офицеров в военных образовательных организациях.

К актуальным проблемам военного образования следует отнести проблему поиска новых механизмов оценки качества образования, экспертизы инновационной деятельности, вовлекающей в этот процесс всех участников этой деятельности, организации самостоятельной работы курсантов военных вузов как мощного механизма самоконтроля и самоактуализации цели и ценностей военного образования.

Если принять во внимание то, что принцип индивидуализации можно реализовать в разных масштабах: в рамках занятия через индивидуальный учебный план; в рамках образовательного учреждения через индивидуальную учебную программу; в

рамках образовательной среды через индивидуальную образовательную программу, то по мнению авторов у военных вузов появляется шанс. Именно в рамках занятия, через индивидуальный учебный план возможно хотя бы частично индивидуализировать образовательный процесс.

Введение в образовательный процесс способов и форм индивидуального обучения целесообразно осуществлять комплексно, в рамках всех дисциплин. Именно в случае системной работы команды педагогов, в равной степени разделяющих идею индивидуализации учебного процесса, перед курсантом раскрывается истинный смысл и цели обучения, его ценность, назначение и специфика.

Необходимость индивидуализации обучения в военных вузах по мнению авторов обусловлена следующими причинами. Во-первых, развитие личности имеет особое значение для дальнейшей службы, построения военной карьеры и выполнения поставленных задач, для нравственного, патриотического воспитания будущего офицера и гражданина. Во-вторых, личное участие курсантов и слушателей в учебном процессе способствует формированию командных и методических навыков, ответственности за принятые решения. В-третьих, работа в команде, личное общение с преподавателями, участие в выборе стратегии и тактики своего образования придает значимость собственному мнению курсанта, а значит служит залогом успешного освоения учебных дисциплин.

Список литературы:

1. Ермакова Н.Е. Индивидуализация обучения как средство повышения качества образования / Н.Е. Ермакова // Солнечный свет: международный педагогический портал. – 2016–2022. – URL : <https://solncesvet.ru/opublikovannyye-materialyi/individualizaciya-obucheniya-kak-sred/> (дата обращения 12.03.2022).
2. Максисян О.В. Индивидуализация образования – важнейшее условие развития школьника / О.В. Максисян // Открытый урок. – 2015. – URL : <https://urok.1sept.ru/articles/657293> (дата обращения 12.03.2022).
3. Сазонов Б.А. Организация образовательного процесса: возможности индивидуализации обучения / Б.А. Сазонов // Высшее образование в России. – 2020. – № 6. – С. 35–50.
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. – 2017. – № 125. – С. 186–195.
5. 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. – 2017. – № 130. – С. 300–309.
6. Технология индивидуализации обучения. – URL : vtitbid.ru; URL : <http://vtitbid.ru/edu/downloads/metod/techno.pdf> (дата обращения 12.03.2022).
7. Полич В.В. Проблемы военного образования и науки (социально-философский анализ) // Профессиональное образование в современном мире. – 2015. – № 2(17). – С. 122–131.

УДК 159.9

ПО СТУПЕНЯМ В КОСМОС
◆◆◆◆
UP THE STEPS INTO SPACE

Горбатко Р.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Лукинова М.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
m.lukinova@mail.ru

Аннотация. Научная статья посвящена исследованию профессионального становления Горбатко Виктора Васильевича от лётчика истребительной авиации до командира космического корабля. Проанализированные профессионально важные качества В.В. Горбатко как лётчика-истребителя, космонавта, исследователя, командира космического корабля в значительной степени способствовали преодолению преград, формированию выдержки, достижению профессионального успеха.

Ключевые слова: истребительная авиация, инженер-исследователь, личностные качества, профессионально важные качества, космонавт, космос.

Gorbatko R.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Lukinova M.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
m.lukinova@mail.ru

Abstract. The scientific article is devoted to the study of the professional development of Gorbatko Viktor Vasilyevich from a fighter pilot to a spacecraft commander. Analyzed professionally important qualities of V.V. Gorbatko as a fighter pilot, cosmonaut, researcher, commander of a spacecraft greatly contributed to, overcoming obstacles, forming endurance and achieving professional success.

Keywords: fighter aviation, research engineer, personal qualities, professionally important qualities, cosmonaut, space.

*«Для такого дела более всего пригоден летчик,
и прежде всего, летчик-истребитель.
Это и есть универсальный специалист.
Он пилот, и штурман, и бортинженер...»*
С.П. Королев

Актуальность данной работы заключается в том, что космос остается важной сферой исследования учеными и по сегодняшний день. Вопросами космоса интересуются многие люди независимо от возраста, так как его неизведанность притягивает к себе. Молодым людям, избравшим для себя профессию военного летчика, важно знать как историю своего Отечества, историю развития космонавтики, так и профессионально важные качества (ПВК) космонавтов, которые добились успеха в профессиональной деятельности.

Знание биографии известных авиаторов может выступить значимым мотивационным фактором в профессиональном становлении курсантов военного летного вуза.

Проанализировав профессионально важные качества лётчика-космонавта СССР, дважды Героя Советского Союза, Героя Монголии, Героя Вьетнама – Горбатко Виктора Васильевича, рассмотрим путь, который способствовал его становлению от летчика истребительной авиации до великого космонавта, совершившего три полета в космос.

В современной авиационной психологии в структуре профессионально важных качеств военного летчика выделяют 5 групп качеств: личностные, интеллектуальные, психофизиологические, физиологические и физические [1]. Для достижения высокого уровня развития этих качеств В.В. Горбатко поставил для себя непростые цели, чтобы получить звание летчика-космонавта и пройти через три ступени профессионального пути: летчик истребительной авиации, летчик-космонавт, командир космического корабля «Союз-37».

Будущий космонавт родился 03 декабря 1934 года на свиноводческой ферме совхоза «Венцы-Заря» Краснодарского края. Отец – Горбатков Василий Павлович был ветеринаром, мать – Горбаткова Матрёна Александровна работала в сельском хозяйстве. Желание стать военным летчиком у Виктора Васильевича зародилось в детстве,

которое пришлось на годы Великой Отечественной войны. В этот период в небе над Кубанью были совершены первые большие победы советских летчиков-асов: И.Н. Кожедуба, А.И. Покрышкина, братьев Глинки, Е.Я. Савицкого и др. Подвиги героев авиации являлись мощным мотивирующим фактором для молодого поколения, им также хотелось стать военными летчиками. Еще один случай способствовал зарождению мотива к летной профессии. Однажды на глазах В.В. Горбатко и его друзей фашистские самолёты расстреляли табун лошадей. Дети смотрели на это с испугом на лице, со слезами на глазах, у В. Горбатко был его любимый конь – Орёл, который также попал под обстрел, с того момента мальчик пообещал стать военным лётчиком и защищать свою Родину от неприятелей [4].

Свою первую ступень Горбатко Виктор Васильевич начал с поступления в школу первоначального обучения летчиков. Было много переживаний по прохождению медкомиссии, так как кандидат на поступление знал, что полученные в школьные годы травмы: ноги (перелом на соревнованиях по футболу) и шрам на руке могли поставить под вопрос профессиональную пригодность В.В. Горбатко к летной деятельности с первых этапов профессионального пути. Отбор в летную школу был успешно пройден и В.В. Горбатко приступил к обучению в «первоначалке».

Начался процесс адаптации к новой обстановке, службе, четкому распорядку дня, интенсивной учебной деятельности, коллективу, сказывалась разлука с близкими. Однако стремление стать летчиком, интерес к учебе, самодисциплина, ожидание полетов, помогли преодолеть трудности, и месяцы обучения прошли быстро. Как вспоминал Виктор Горбатко: «Занятия в учебных классах и на технике сменялись нарядами, караулами, спортивными состязаниями и хозяйственными работами, было настолько всё спрессовано, что время пролетело незаметно, как один день» [2].

Когда пришло время практической подготовки и настал день совершения первого полёта на самолёте с инструктором, ночь перед полётом показалась очень долгой. Но все ожидания и трудности преодолевались у курсанта большим желанием осуществить первый самостоятельный вылет. Свой первый полет с инструктором В. Горбатко вспоминает как сон: «Машина, казалась, долго бежала, вздрагивала и вдруг повисла над самым оврагом, взлёт!» [2, с. 38]. Таким образом, мечта детства, была осуществлена – первый полёт в небо. Нет ничего более удивительного в жизни, как взлёт на самолёте, дающий много новых эмоций и ощущений. Следующий шаг был связан с постановкой новой цели – поступить в летное училище на летчика-истребителя.

Разнарядка после выпускных экзаменов пришла из штурмовых, бомбардировочных и истребительных вузов. Виктор Горбатко получил направление в Батайское авиационное училище имени А.К. Серова.

Препятствий в поступлении в летное училище не было, ведь В.В. Горбатко был один из лучших выпускников школы первоначального обучения летчиков. Мечта о поступлении в истребительное училище осуществилась, началась плодотворная работа в изучении новых боевых самолетов и дисциплин. Учеба в Батайском авиационном училище была интересной, захватывающей, но требовалась полная самоотдача. Небо ошибок не прощает. Не изучил достаточно хорошо технику, не подготовился к полёту в полном объеме на земле – подвергаешь смертельной опасности, как себя, так и окружающих. В полёте нет возможности листать конспекты и учебники, зачастую, ситуация складывается таким образом, что необходимо принимать решение в доли секунды.

Полная отдача получению теоретических знаний и освоение летной практики показали свои результаты. Осуществляя плановый полет в сложных метеоусловиях, у В.В. Горбатко произошла нештатная ситуация. Пилот усомнился в правильности показаний радиоконюаса и повёл самолёт по гиромагнитному конюасу, однако и этот прибор не дал четких показаний. В.В. Горбатко попытался восстановить положение самолёта относительно курса посадки, но это не помогло, ожидая, что должна загореться сигнальная лампочка аварийного остатка топлива – он неожиданно в разрывах облаков увидел город и железную дорогу. Этого было достаточно, чтобы определить положение самолёта. В.В. Горбатко понял что, отклонился от аэродрома вправо, вышел на точку с обратным посадочным курсом, запросил разрешение на посадку, учёл поправку на ветер, проверил показания указателя скорости и высотомера, плавно убрав обороты двигателя, успешно совершил посадку на аэродром. Офицеры после посадки самолёта пожали В.В. Горбатко руку и покачали головами, с восхищением глядя на летчика и его профессиональные действия [3].

Преодоление В.В. Горбатко пути, начавшегося с обучения в летной школе и до обучения в истребительном училище, было нелегким. Пройдя сложный путь, можно понять, как бы трудно в жизни не приходилось, справившись со всем – можно достичь того, о чём мечтал. Этому также способствовали такие профессионально важные качества летчика как: храбрость, творческий подход к выполнению поставленной задачи, сила воли, принципиальность и требовательность к себе.

Преодолев первую ступень своего профессионального становления – освоение профессии военного лётчика истребительной авиации, В.В. Горбатко поставил перед собой новую цель – достижение звания летчик-космонавт Советского Союза.

Достижение второй ступени В.В. Горбатко было связано с его профессиональной деятельностью в Маркулештах в боевом авиационном полку в качестве летчика-истребителя и полетами на современных реактивных истребителях МИГ-17.

Служба проходила хорошо, освоение летной программы осуществлялось успешно. Сравниться в профессионализме с В.В. Горбатко мог, только его друг из соседней эскадрильи, будущий космонавт, Евгений Хрунов.

04 октября 1957 г. СССР впервые вывела искусственный спутник Земли, что стало для всех значимым продвижением в освоении космоса, для В.В. Горбатко эта новость перевернула жизнь. Он понимал, что полёт человека в космос состоится очень скоро, буквально в ближайшие несколько лет.

Все разговаривали о ближайшем полёте в космос. Многие летчики строили планы на будущее – стремились побывать на Земной орбите. В.В. Горбатко в разговорах на эту тему, старался не принимать участия, хотя, конечно, и ему хотелось слетать в космос, тем не менее, он продолжал исполнять свой служебный долг. Упорно учился летать так, чтобы, если понадобится, защитить Родину достойным образом.

В авиационном полку ожидали поставку новой техники – МиГ-19. Многие летчики желали переучиться, однако такая возможность не всем предоставлялась. В.В. Горбатко оказался в числе тех, кому дали разрешение на прохождение программы переобучения на новую технику. Хотелось дальнейшего профессионального роста, и постепенно он начал подготовку к поступлению в академию.

В 1959 году командир полка полковник П.В. Базанов «сорвал» с предварительной подготовки к полёту В.В. Горбатко и направил его к заместителю командира полка по политической части. Летчик подписал документы о неразглашении тайны разговора с представителями из Москвы. Ему предложили пройти медицинское обследование в столице страны, чтобы в дальнейшем полетать на спутнике. Будущий космонавт был в замешательстве, но сразу дал четкий ответ: «Я согласен!», через некоторое время его отправили на прохождение медицинского обследования [2, с. 50].

В настоящее время полет в космос – это обычная работа, сложная, опасная, но работа. Однако на заре развития космонавтики это было настоящим полем боя между США и Советским Союзом за право лидерства, когда победу в космосе добывали любой ценой. Так в 1959 году, началось формирование отряда советских космонавтов, из 3461 дела отобрали 347 кандидатов, из которых до комиссии дошли 206 человек. После прохождения всех испытаний отобрали только 20 человек. Виктор Горбатко также был включен в состав «великолепной двадцатки».

К характерным качествам, присущим В.В. Горбатко, как будущему космонавту можно отнести: высокое чувство ответственности, расчетливость, решительность действий в сложной обстановке, мгновенную реакцию, умение анализировать поведение самолета в воздухе и предельно точно давать оценку любому явлению, с которым В.В. Горбатко встречался в полете.

Второй медицинский отборочный этап в космонавты, был намного сложнее первого. Медики выполняли заказ Генерального конструктора Сергея Павловича Королёва – кандидаты на полёт в космос должны быть в основном одного роста и веса. Отбор прошли 12 офицеров на должность слушателя-космонавта отряда космонавтов ЦПК ВВС, в том числе В.В. Горбатко. Началась плодотворная работа по подготовке к полёту в космос, изучению ракетодинамики, конструкции космического корабля, астрономии, В.В. Горбатко находился в Центре подготовки космонавтов с утра до позднего вечера.

В.В. Горбатко пришлось пройти еще один «критический момент», в космической карьере. Одной из преград к достижению цели стало обнаружение во время прохождения медицинской комиссии изменений в электрокардиограмме, что поставило его космическую карьеру под вопрос. Месяц нахождения в госпитале внесли изменения в

график подготовки в космос, пока не нашли причину – гланды. Однако В.В. Горбатко выдержал достойно все испытания и своим отношением к делу заслужил участие в очень ответственном, программном для развития мировой космонавтики групповом полёте. К этой программе группа космонавтов приступила в 1968 году, в состав экипажа вошли: Виктор Горбатко, Анатолий Филипченко, Владислав Волков. Полёт должен был выполняться на корабле «Союз-7», В.В. Горбатко в этом полете выполнял обязанности инженера-исследователя. Задача полёта состояла в проверке возможности управления тремя кораблями одновременно, проверке различных видов сварки металлов в состоянии невесомости, но основной задачей являлось сближение и стыковка «Союза-8» с «Союзом-7».

12 октября 1969 года состоялся полёт группы космонавтов в составе Горбатко В.В. в экипаже. Долгожданная команда «Подъём!». Секунда, вторая – ракета-носитель вздрагивает, начинается отрыв от Земли.

«Поехали!» – с этими гагаринскими словами отправился в космос и Виктор Горбатко [2].

Этот полёт был риском космического масштаба, потому как стартовали фактически три корабля «Союз-6», «Союз-7», «Союз-8». Основная задача по стыковке с кораблём «Союз-8» не состоялась из-за отказа системы сближения и стыковки «Игла» на космическом корабле «Союз-8». Полёт продолжался 4 суток, 22 часа, 41 минута, 23 секунды. Несмотря на неудачную стыковку космонавта В.В. Горбатко встречали как героя.

Свою третью ступень профессионализма В.В. Горбатко достиг 07 февраля 1977 года в качестве командира космического корабля «Союз-24» с Юрием Глазковым. Во время этого полёта возникла нештатная ситуация, которую космонавтам пришлось решать. При подготовке к полёту был допущен ряд ошибок: перепутаны каналы прибора, показывающего боковые скорости на участке сближения со станцией; не были убраны фильтры на внешних фарах, в результате чего освещение получилось тусклым. Оценив ситуацию, космонавт В.В. Горбатко принял решение перейти на ручное управление примерно за 300 метров до стыковки со станцией «Салют-5».

В.В. Горбатко, благодаря своим профессиональным качествам: устойчивости к различным условиям, силы воли, решительности, спокойствия, рассудительности, развитости профессионального мышления справился с поставленной задачей сближения и стыковки с кораблём «Салют-5».

Третий полёт в космос состоялся 23 июля 1980 года, в который В.В. Горбатко отправился в качестве командира корабля «Союз-37» по программе советско-вьетнамской экспедиции с целью посещения космического корабля «Салют-6». Полет осуществлялся совместно с Героем Вьетнама, космонавтом Фам Туаном. Продолжительность полёта составила 7 суток, 20 часов, 42 минуты. 24 июля 1980 года состоялась стыковка космических кораблей. В ходе совместного полёта космонавты выполнили ряд технологических и медико-биологических экспериментов и исследований: была обновлена атмосфера станции, так как по имеющейся информации, из внутренней обшивки, происходило выделение токсичных компонентов. Космонавты выпустили часть воздуха в космическое пространство и восполнили его дефицит сжатым газом из баллонов. Все поставленные задачи были профессионально выполнены экипажем.

Люди приходят к славе разными путями, В.В. Горбатко пришлось пройти сложный путь – путь риска и отваги, добывая славу в борьбе с самим собой, преодолением порой невозможных преград.

За совершение нескольких космических полётов В.В. Горбатко был удостоен звания дважды Героя Советского Союза, Героя Монгольской Народной Республики, Героя труда Социалистической Республики Вьетнам. 28 августа 1982 года Виктор Васильевич Горбатко получил назначение первого заместителя председателя Спортивного комитета Министерства обороны СССР по международным связям и был избран председателем бюро Спортивного комитета дружественных армий (СКДА).

После убытия из отряда космонавтов Виктору Васильевичу было 47 лет. На вопрос: «Есть ли жизнь после космоса?». В.В. Горбатко ответил: «Конечно, есть. Космос. Конечно же, космос. Бывших космонавтов не бывает» [2, с. 193]. К концу космической карьеры Горбатко занимался общественной деятельностью в различных сферах: от помощи в строительстве различных спортивных объектов до участия в политической работе страны. Являлся вице-президентом международной общественной организации «Международная лига защиты человеческого достоинства и безопасности». Благодаря

давнему увлечению коллекционированию марок на протяжении многих лет руководил Союзом филателистов России.

Таким образом, проанализировав профессиональный путь становления В.В. Горбатко, как летчика-космонавта можно сделать вывод, что он обладал такими профессиональными качествами как: целеустремленность, сильная воля, упорство, исполнительность, ответственное отношение к делу, устойчивая долговременная мотивация, смелость, находчивость, коммуникабельность, склонность к лидерству, высокий интеллектуальный потенциал и т.д.

Подводя итог проведенному исследованию, отметим, что каждое новое препятствие делало Виктора Васильевича Горбатко только сильнее и придавало уверенности в правильности выбора профессионального пути, что позволило ему достичь значительных высот в летной деятельности.

За время своей профессиональной деятельностью В.В. Горбатко освоил более 10 типов самолетов и вертолетов, выполнил более 120 прыжков с парашютом, общее время, проведенное в космосе, составило 30 суток 14 часов 6 минут 47 секунд. Награжден почётными званиями: дважды Герой Советского Союза, Лауреат премии Правительства РФ им. Ю.А. Гагарина в области космической деятельности, доктор технических наук, академик Всемирной академии наук комплексной безопасности и др. Награжден тремя орденами Ленина, орденом Красной Звезды, «Золотой звездой» Героя Монгольской народной республики и орденом Сухэ-Батора, орденом Хо Ши Мина 1 степени, удостоен ордена Петра Великого. Заслуженный мастер спорта СССР, космонавт 1-го класса, генерал-майор авиации запаса [2, 5].

В.В. Горбатко удалось достичь вершин в летном и космическом мастерстве путем постоянного развития и совершенствования профессионально важных качеств на протяжении всей своей профессиональной деятельности.

Список литературы:

1. Гандер Д.В. Профессиональная психопедагогика. – М. : «ВОЕНТЕХИНИЗДАТ», 2007. – С. 235.
2. Карапетян П.А. Космонавт Виктор Горбатко / П.А. Карапетян, А.В. Плотников. Изд-во «ГРАНИЦА». – М., 2014. – 232 с.
3. Интервью Горбатко В.В. – URL : <https://kubankosmos.wordpress.com/2011/02/15> (дата обращения 02.04.2022).
4. Виктор Горбатко. – URL : <https://cosmosplanet.ru/cosmonauts/viktor-gorbatko.html> (дата обращения 03.04.2022).
5. Космонавт, дважды Герой Советского Союза Виктор Горбатко. Биографии и справки. – URL : <https://tass.ru> (дата обращения 03.04.2022).

ОСОБЕННОСТИ ПСИХОСЕНСОРНЫХ РЕАКЦИЙ
В СОСТОЯНИИ НЕВЕСОМОСТИ



FEATURES OF PSYCHOSENSORY REACTIONS
IN A STATE OF WEIGHTLESSNESS

Сорокин С.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Лукинова М.Г.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
m.lukinova@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию проблемы психосенсорных реакций, возникающих у человека под воздействием такого фактора как невесомость и изучению возможных негативных последствий. Данные процессы вызваны путем длительного пребывания организма в состоянии невесомости, с которыми сталкиваются космонавты в своей профессиональной деятельности. Исследованы научные данные в области изучения невесомости, а так же рассмотрены профилактические меры негативного воздействия ее на организм.

Ключевые слова: вестибулярная устойчивость, гравитация, космическая психология, надежность, нарушение восприятия, невесомость, профилактика, психосенсорные реакции, иллюзии.

Sorokin S.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Lukinova M.G.

Krasnodar Higher Military Flight School
m.lukinova@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the problem of psychosensory reactions that occur in humans under the influence of such a factor as weightlessness and the study of possible negative consequences. These processes are caused by the prolonged stay of the body in a state of weightlessness, which astronauts face in their professional activities. The scientific data in the field of the study of weightlessness are investigated, as well as preventive measures of its negative impact on the body are studied.

Keywords: vestibular stability, gravity, cosmic psychology, reliability, perception disorder, weightlessness, prevention, psychosensory reactions, illusions.

История показывает, что изучение сферы космонавтики является одним из самых сложных исследовательских процессов, проходящих на Земле. Человек, находясь на орбите земли, сталкивается с множеством экстремальных ситуаций и их негативного влияния. Ученые всего мира с начала XX века и по настоящее время стремятся изучить процессы и явления, происходящие в космосе и оказывающие воздействие на человека, для обеспечения безопасности космических полетов.

Исследованием психологических особенностей труда космонавта, зависимости этих особенностей от ряда специфических факторов (невесомости, гиподинамии, относительной сенсорной депривации и др.), а также способов и методов целенаправленной организации психической деятельности космонавтов в ходе подготовки и осуществления космических полетов занимается космическая психология, которая является отраслью авиационной психологии [3].

Одним из основных и негативных факторов пребывания космонавтов на орбите, вызывающих большой стресс, является отсутствие гравитации. В связи с этим исследование психосенсорных реакций в состоянии невесомости (реакций чувств и ощущений, характеризующихся искажением восприятия, размеров, форм, взаимного расположения окружающих предметов в пространстве и (или) размеров, веса, формы собственного тела) имеет важное значение в обеспечении работоспособности космонавтов и надежного выполнения ими профессиональной деятельности [2].

Гипотезой проведенной исследовательской работы было предположение о том, что профилактика, состоящая в создании постоянной и переменной нагрузки на человека, находящегося в состоянии невесомости выступает наиболее эффективным средством для снижения последствий неблагоприятных психосенсорных реакций.

Под невесомостью понимают такое состояние, когда на тело не действуют гравитационные силы, т.е. тело не испытывает статического напряжения. Несмотря на то,

что само понятие нулевой гравитации зачастую применяется как синонимичное, невесомость на орбите не является результатом отсутствия силы тяжести или даже ее значительному уменьшению. Явление невесомости представляет собой силу тяжести, придающую физическому телу и его опоре равное ускорение.

Теоретический анализ научных источников показал, что самые ранние исследования вопросов воздействий на организм человека, случаев отсутствия силы тяжести, были реализованы Циолковским Константином Эдуардовичем в 1883–1919 гг. В трудах этого ученого выдвигаются предположения, что в состоянии невесомости у человека могут наблюдаться изменения в двигательной и пространственной ориентировке, что может проявляться в мнимых ощущениях расположения человека в пространстве; притока крови к голове, и как результат возникновения головокружения.

В своих исследованиях К.Э. Циолковский проводил сравнение состояния невесомости с состояниями, с которыми организм сталкивается на Земле в условиях погружения в жидкость и нахождения в плоскости, ограничивающей движения. В результате проведенных им исследований были определены основные направления дальнейших исследований влияния состояния невесомости на биологические тела, изучение сенсорных, двигательных и вегетативных реакций, обозначен путь к предупреждению подобных ситуаций и определены способы имитации невесомого состояния в условиях Земли.

В 1951 г. на территории нашей страны и за рубежом начались эксперименты по изучению влияния состояния невесомости на биологические тела. Проведившиеся исследования состояли из 2-ух сессий запусков ракет с подопытными животными на борту. Позже биологические исследования были продолжены с использованием спутников Земли. Результаты экспериментов послужили базой для осуществления полета в космос.

Постепенное увеличение регулярности космических полетов открыло дополнительные возможности для более продолжительных путешествий. Но данное направление не являлось единственным в планировании будущих действий, существовали ограничения, обусловленные малым количеством наблюдений и методик исследования, и как следствие наличием определенного риска при составлении плана длительных полетов в состоянии невесомости. Также к недостаткам можно отнести: крупные затраты по времени и материальным средствам, отставание в разработке защитных мероприятий. Обозначенные факторы определили необходимость использования учеными экспериментального подхода в изучении проблемы состояния тела в невесомости.

В нашей стране получили развитие исследования с воспроизведением состояния невесомости в условиях лаборатории. В них изучаются эффекты, обусловленные снижением величины и отсутствием колебаний гидростатического давления крови теми факторами, значение которых в развитии нарушений, вызванных влиянием невесомости на организм, являются ведущими. На первых этапах изучения, состояние приближенное к невесомости достигали в состоянии полета на самолетах с реактивным двигателем по траектории баллистической кривой Кеплера с реализацией условий кратковременного динамического состояния невесомости, приблизительно 20–60 секунд.

Проведенный теоретический анализ научных источников показывает интерес исследователей к изучению вопросов влияния невесомости на психосенсорные функции человека (В.И. Лебедев, Ф.Д. Горбов, О.Н. Кузнецов, Л.А. Китаев-Смык, В.А. Пономаренко и др.). Полученные в ходе проведенных исследований результаты, позволили дифференцировать испытуемых в зависимости от проявлений психосенсорных реакций в ответ на воздействие невесомости на три группы.

К первой группе были отнесены испытуемые, у которых выявлены хорошие адаптивные способности в условиях влияния кратковременной невесомости. Общее самочувствие отмечалось как положительно стабильное, с сохранением работоспособности, чувством мягкого расслабления и легкости из-за отсутствия ощущения тяжести собственного тела. В своем самоотчете Ю.А. Гагарин после первого полета с воспроизведением невесомости на двухместном самолете сообщил следующее: «До выполнения «горок» полет проходил как обычно, нормально. При вводе в «горку» прижало к сиденью. Затем сиденье отошло, ноги приподнялись с пола. Посмотрел на прибор: показывает невесомость. Ощущение приятной легкости. Пробовал двигать руками, головой.

Все получается легко и свободно. Поймал плавающий перед лицом карандаш и шланг кислородного прибора. В пространстве ориентировался нормально. Все время видел небо, землю, красивые кучевые облака» [4, 6].

Во вторую группу вошли лица, у которых возникали иллюзии падения, а также чувство переворачивания (вращения тела в свободном направлении) в условиях кратковременной невесомости. В первые секунды отмечались проявления тревожности, утраты ориентации и искаженное восприятие окружающей обстановки и собственного тела. Также зачастую у испытуемых наблюдались выраженные реакции смешанного характера: от смеха, веселья до обреченности от реальности происходящего, беспомощности, отчуждения. В последующем, у данной группы испытуемых в ходе аналогичных полетов не наблюдались вышеперечисленные состояния, что свидетельствовало о привыкании организма к воздействию невесомости. Впоследствии исследователи определили возникающие атипичные реакции организма как естественное проявление на изменения условий окружающей среды, что в космической психологии получило название «космическая» форма адаптационного синдрома.

Третья группа состояла из лиц, с яркими проявлениями пространственной дезориентацией и симптомами морской болезни. У этих испытуемых в условиях невесомости, иллюзии падения зачастую могли сопровождаться чувством отчаяния, ужаса и резкой двигательной активностью, с полной дезориентацией и потерей контакта с окружающими. Вышеописанная психосенсорная реакция была сопоставлена учеными с так называемым симптомокомплексом «гибели мира» [1], встречающимся при ряде заболеваний головного мозга. Симптомокомплекс «гибели мира» это такое состояние у отдельных людей, которое схоже с психосенсорными реакциями, возникающими в состоянии невесомости и характеризующимися пространственной дезориентацией, сопутствующими чувством падения и т.д. На примере испытуемых третьей группы видно, что реакции космического адаптационного синдрома принимают клинические характеристики. Исследования, проводимые с участием космонавтов показали, что возникновение таких форм реакций негативно сказывалось на качестве выполнения ими профессиональных задач в ходе космического полета и приводило к снижению их физической работоспособности. Состояние, при котором естественная физиологическая адаптация достигала фазы декомпенсации, получило в космической науке название космической болезнью движения.

Так же для космической психологии при интерпретации влияния негативных психосенсорных реакций на работоспособность космонавтов, интересны результаты наблюдений за нервно-психическими больными, у которых один из имеющихся симптомов заболевания заключался в чувстве потери веса собственного тела. Причиной такого заболевания выступает периодическое повышение давления жидкости в полукружных каналах вестибулярного аппарата, которое вызывает появление видоизмененной информации, поступающей в мозг от органов чувств. Такое состояние нашло подтверждение в исследованиях Штаудера, который экспериментальным путем у больных, прибывающих в состоянии эйфории, раздражал вестибулярный аппарат с обеих сторон, что способствовало возникновению состояния дисфории с ощущениями катастрофы, гибели [5].

Отмечено, что в состоянии невесомости значительно меняется информация, идущая в головной мозг от рецепторов кожи, сердечно-сосудистой системы, подкожной клетчатки, которые находятся под давлением в состоянии невесомости. Эти факторы вызывают у человека нарушение деятельности анализаторов, и как следствие, различные иллюзии расположения своего тела в окружающем пространстве, доходящие до полной дезориентации, и неверного понимания окружающего мира.

Рассмотрим некоторые разновидности кинетических иллюзий рисунок 1:

- Ощущение вращения собственного тела вокруг фронтальной (Y) оси в сагиттальной плоскости вперед-вниз, чаще назад-вниз (динамические иллюзии тангажа);
- Ощущение вращения собственного тела вокруг фронтальной (Y) оси с последующим вращением вокруг продольной (Z) оси, чаще вправо (сочетание динамических иллюзий тангажа с динамическими иллюзиями рыскания);
- Ощущение вращения вокруг сагиттальной (X) оси во фронтальной плоскости, чаще вправо в сочетании с ощущением правого вращения вокруг продольной (Z) оси

тела (сочетание динамических иллюзий крена с динамическими иллюзиями рыскания) [4].

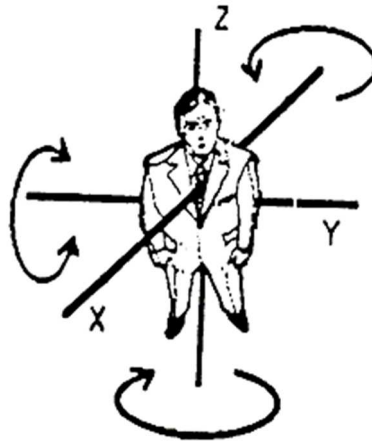


Рисунок 1 – Ощущение вращения относительно осей плоскости

Определено, что в случае если у человека нервная система оперативно справляется с состоянием невесомости и в системе анализаторов оперативно образуются новые связи, согласно изменений окружающей среды, то в организме возможно возникновение ощущения состояния определенной легкости, воздушности, без утраты способности к работе.

Электроэнцефалографическая картина исследований подтверждает факт того, что невесомость – это достаточно мощный и резкий раздражитель, что проявлялось у участников эксперимента в виде состояния возбуждения, происходящее в центральной нервной системе (Е.М. Юганов, И.И. Касьян, Б.Ф. Асямолов).

Установлено, что психосенсорные реакции, наблюдающиеся у участников испытаний в состоянии невесомости, взаимосвязаны с другими реакциями в прочих стрессовых ситуациях, что получило статистическое подтверждение [6]. Например, все космонавты после того, как совершали прыжок с парашютом отмечали у себя существенно мощные эмоции и напряжение.

Необходимо учитывать, что даже у пилотов, для которых раздражение вестибулярного аппарата является нормальным условием их профессиональной деятельности и переносится в штатном режиме, то в условиях психофизиологического истощения возможны нарушения пространственной ориентировки в процессе выполнения полета [4].

В ходе сравнительного анализа клинических показателей психосенсорных реакций и восприятия невесомости в процессе космического полета с простыми полетами, между ними выявлено существенное сходство. Основной причиной здесь является расстройство функциональных систем, при этом у человека с хорошей нервной системой обычно оно не доходит до полного разрушения. Отмечено, что появляющиеся в состоянии невесомости психосенсорные неустойчивые реакции включают в себя несколько фаз:

Первая фаза – это психический процесс, относимый к механизмам психологической защиты анализаторов, сопровождающийся несущественными межпространственными иллюзиями;

Вторая фаза – это психосенсорные реакции с отсутствием ориентации в состоянии невесомости, но с верным истолкованием своих ощущений;

Третья фаза – это процесс активации негативных психосенсорных реакций с искаженным восприятием окружающей среды [1, 4].

Вхождение в состояние невесомости по сути своей, означает функциональную невозможность распространения чувствительных (слуховых, зрительных) импульсов обширных рецепторных полей, которые на Земле реагируют на гравитационные силы и существенно обеспечивают функцию пространственного анализа, координации движений, а также организуют регуляцию постоянства внутри организма.

Объяснение проявления вегетативных реакций в состоянии невесомости у космонавтов возможно с помощью закона Вебера-Фехнера. Постоянно действующая величина адекватного раздражителя вестибулярного аппарата в случае перехода в состояние невесомости уменьшается, а чувствительность к ускорению должна быть выше, чем в наземных условиях. Исследования показали, что резкие движения телом и головой в начале полета вызывали у некоторых космонавтов головокружение и другие психосенсорные реакции, которые в условиях земного притяжения зачастую появлялись при условии более сильного воздействия [5].

Проведенный анализ полетов на орбитальных станциях, за последнее время показывает, что по мере привыкания к состоянию невесомости, негативные изменения в организме, вызванные под действием ускорений, при перемещении космонавтов в кабине и при исследованиях на вращающемся кресле, полностью исчезают. По окончании продолжительных космических полётов, у космонавтов отмечались негативные изменения вестибулярного аппарата, однако не выявлены какие-либо отклонения со стороны пороговой чувствительности к линейным ускорениям отолитового аппарата.

Одним из эффективных способов реализации профилактических мероприятий для снижения последствий необычного распределения крови в организме, связанного с отсутствием гидростатического давления и весовой нагрузки на опорно-двигательный аппарат является искусственное воспроизведение эффекта гидростатического давления (кратковременной невесомости), что возможно реализовать с помощью нагрузочных костюмов, постоянной и с использованием комплексов упражнений на специальных тренажерах переменной нагрузки на костно-мышечный аппарат; подготовка к полетам в условиях погружения в жидкость; использование фармакологических препаратов и др. средств неспецифической профилактики.

Результативным при проведении исследования явилось понимание реакций психосенсорного характера возникающих у человека в состоянии невесомости.

В ходе проведенных исследований были получены выводы о существовании множества факторов негативного воздействия на нервную систему человека, пребывающего в состоянии невесомости. Для головного мозга это поистине колоссальное испытание, так как в процессе реализации этих задач к нему посылаются сигналы, которые сложны для интерпретации.

Подводя итоги, отметим, что описанные выше явления свидетельствуют о необходимости продолжения углубленного изучения, вопроса влияния невесомости на организм специалистов, чья трудовая деятельность связана с работой в космосе, для повышения их работоспособности и обеспечения надежности выполняемой профессиональной деятельности.

Таким образом, профилактика нахождения в состоянии невесомости – наиболее эффективное средство для снижения последствий неблагоприятных психосенсорных реакций, что является подтверждением гипотезы.

Список литературы:

1. Мацнев Э.И. Адаптивная модификация вертикального оптокинетического нистагма и постнистагма при различной ориентации человека в пространстве / Э.И. Мацнев, Е.Э. Сигалева, Л.Н. Кашенкова // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием, Воронеж, 18–22 сентября 2017 года. – Воронеж : Изд-во Истоки, 2017. – С. 2450–2452.
2. Большой мед. Словарь. – URL : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/medic> (дата обращения 09.04.2022).
3. Краткий психологический словарь. – Ростов-н/Д. : «ФЕНИКС» / Л.А. Карпенко, А.В. Петровский, М.Г. Ярошевский. 1998. – URL : <https://psychology.academic.ru/3649/космическая-психология> (дата обращения 08.04.2022).
4. Нейросенсорные механизмы космического адаптационного/реадаптационного синдрома / Л.Н. Корнилова, И.А. Наумов [и др.]. – URL : <http://vestibularlab.ru/> научная-и-прикладная-деятельность (дата обращения 10.04.2022).
5. Ориентация человека в космическом пространстве. – URL : <https://astronaut.ru/bookcase/books/leonov01/text/07.htm> (дата обращения 04.04.2022).
6. Юсупова А.К. История космической психологии и обзор современной проблематики / А.К. Юсупова // Воздушно-космическая сфера. – 2021. – № 4. – С. 78–87.

УДК 17.022.1

МОРАЛЬ КАК ПОТЕНЦИАЛ НРАВСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ



**MORALITY AS A POTENTIAL
FOR MORAL DEVELOPMENT OF THE INDIVIDUAL**

Савицкий Ю.А.

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

Терехов В.В.

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

Нефедовский В.А.

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

Савицкая Е.А.

Заслуженный учитель Кубани,
МАОУ Гимназия 23, г. Краснодар
helenyura@gmail.com

Аннотация. В работе представлена проблема нравственного развития молодёжи, что такое мораль. Даны понятия профессиональной морали, её специфические формы, функции, ценности.

Ключевые слова: нравственность, воспитание, мораль, профессиональная мораль, педагог, ценности.

Savitsky Yu.A.

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

Nefedovsky V.A.

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

Savitskay E.A.

Honored Teacher of Kuban,
MAOU Gymnasium 23, Krasnodar
helenyura@gmail.com

Abstract. The paper presents the problem of moral development of youth, what is morality. The concepts of professional morality, its specific forms, functions, values are given.

Keywords: morality, education, morality, professional morality, teacher, values.

Каждый, кто в той или иной мере причастен к воспитанию молодежи, не может не задумываться над проблемами и нравственного развития личности, а следовательно, и над тем, что такое мораль.

Мораль включает в себя исторически обусловленные взгляды и представления людей о должном, которые воплощаются в форме нравственных идеалов. Она содержит в себе систему нравственных оценок, выступающих своеобразным измерителем степени соответствия поступков людей нормам и требованиям, существующим в обществе на данном конкретном историческом этапе его развития. Социальные поступки людей рассматриваются в морали как добро или зло, справедливость или несправедливость. Мораль является одной из самых древних форм общественного сознания. Она возникла на заре человеческого общества, когда люди перешли от инстинктивных форм поведения к сознательной, целесообразной коллективной деятельности.

Профессиональная мораль – это совокупность нравственных норм и предписаний, регулирующих моральную деятельность и нравственные отношения людей той или иной профессии. Основой вычленения профессиональной морали из общей являются особые социальные функции конкретного вида труда. Функции врачебного труда отличны от функций педагогического или управленческого, функции судебной деятельности иные, чем функции деятельности актерской [1].

Сущность и общая социальная роль педагогического труда заключается в обусловленной общественной потребностью передаче от поколения к поколению накопленных и накапливаемых человечеством знаний и социального опыта, в формировании у обучаемых правильных представлений об окружающем природном и социальном мире, в приучении к соблюдению норм и правил общественной жизни, в направлении формирования сознания, поведения и деятельности людей по тому пути, который

определен обществом. Педагогический труд в значительной степени обеспечивает воспроизводство (в том числе расширенное) интеллектуального потенциала общества. Его основным результатом является создание основы для духовного развития личности, подготовка людей к разносторонней социальной деятельности, в том числе и к педагогической. В этом кроется оригинальность и неповторимость педагогического труда: он выполняет функцию самовоспроизводства, чего не скажешь, например, о труде врачом, инженером. Более того, подготовка к инженерной и врачебной деятельности проходит через сферу педагогического труда.

Существуют два вида духовных ценностей, создаваемых человеком. Одни из них представлены в вещной форме и могут быть отделены от своего создателя (книги, картины и пр.). Другие, представленные в самом творческом акте деятельности, неотделимы от своего творца. К этому виду относятся ценности, создаваемые музыкантами, артистами, врачами и, конечно же, педагогами. В процессе преподавательской деятельности обучаемые становятся соучастниками творческой деятельности преподавателя, под его непосредственным влиянием впитывают духовное наследие общества, а затем, включившись в процесс производства, сами становятся создателями духовных и материальных ценностей. Следовательно, творчество преподавателя не умирает вместе с ним. И влияние его на формирование личности обучаемого тем плодотворнее, чем выше его профессиональное мастерство и нравственно-этическая культура.

Особая социальная роль преподавательского труда определяет и специфические формы его организации, регуляции, мотивации, стимулирования, специфические критерии его оценки и т.д. Особые черты педагогического труда накладывают отпечаток на нравственный мир людей, им занятых. Хотя нравственный мир педагога формируется на основе общих принципов и норм морали и образа жизни [7].

Педагогическую мораль отличает от других видов профессиональной морали повышенная активность, своего рода цепная моральная реакция. Преподаватель передает свой нравственный опыт обучаемым, а те, обогащенные этим опытом, передают его другим, другие – третьим, третьи – четвертым и т.д. Если цепь этих передач окажется короткой, значит моральный заряд преподавателя незначительный. Но чем сложнее цепная моральная реакция, тем выше уровень активности педагогической морали. Это специфическая особенность педагогической этики, в которой проявляется действие законов диалектики о взаимосвязи и взаимообусловленности явлений.

В сфере педагогического труда свои особенности имеет моральная регуляция, неотъемлемым элементом которой является саморегуляция. Многие действия преподавателя извне никем не контролируются. Зачастую своим действиям и поступкам он сам дает оценку, сам корректирует их. Поэтому моральный барометр преподавателя – педагогическая совесть – должен быть в высшей степени чувствительным.

Я.А. Коменский в работе «Законы хорошо организованной школы» подчеркивал: «Нельзя доверять дело воспитания ни одному необразованному человеку, а тем более человеку плохому в нравственном отношении, и уж никоим образом тому, чье благочестие и совесть сомнительны» [3].

Ученые неоднозначно выделяют общие функции морали. Наиболее признанной является точка зрения Л.М. Архангельского, который выделяет три функции – гносеологическую (отражательную), или теоретико-познавательную, регулятивную и гуманистическую (воспитательную) [4]. Часто к ним добавляют ценностно-ориентирующую. Есть и другие классификации, например, С.Ф. Анисимов дополняет этот перечень критической и апологетической функциями, Т.С. Лапина – функцией формирования социального субъекта. Е.А. Якуба называет лишь две основные функции морали: функцию социальной ориентации и социального регулирования. Каждая из классификаций социальных функций морали имеет свое обоснование и достойна внимания.

Мы будем исходить из того, что основными общими функциями морали являются регулятивная, познавательная, ценностно-ориентирующая, воспитательная и рассмотрим, как они преломляются в педагогической морали.

Функция регламентации состоит в том, что общественным сознанием как бы устанавливается мера, оптимум качеств личности, направленных действий людей, характер их взаимоотношений. Чрезмерная гуманность вместо пользы приносит вред, сверхдоброта при определенных обстоятельствах рождает попустительство, неумеренная требовательность – жестокость, неуважение авторитетов ведет к анархизму.

Такие законы диалектики, как единство и борьба противоположностей, переход количественных изменений в качественные должны быть познаны и в сфере моральной регуляции. В педагогической морали функция моральной регламентации не просто адаптирована к определенной сфере труда. Повышенные требования к идейной убежденности, моральной ответственности, принципиальности преподавателя дополняют обязательные требования оптимального сочетания доброты и взыскательности, доверия и контроля и т.д. Преподаватель, как никто другой, должен соблюдать меру во всем, даже в мелочах. Педагогическая мораль по-особому регламентирует взаимоотношения преподавателя с обучаемыми, коллегами. Эта регламентация перерастает в определенную, лишь педагогической сфере присущую субординацию. То, что преподаватель может позволить себе во взаимоотношениях с коллегами, он не всегда найдет нужным позволить это во взаимоотношениях с обучаемыми. Причем нормы, правила субординации лишь частично определены в тех или иных официальных документах, в основном они передаются по традиции. Координация нравственного опыта, поведения преподавателя также не может быть полностью отражена в официальных документах. Взаимоотношения начинающих и опытных преподавателей, мастеров педагогического дела, строятся не на силе административной власти, а на моральном педагогическом авторитете. Сфера педагогического труда меньше других сфер иерархична. Поэтому в ней моральное регулирование со всеми его особенностями выступает на первый план.

Познавательная функция морали выражается уже в том, что мораль – это форма общественного сознания. В общественном сознании нашли отражение миллионы раз повторяемые акты общения людей и их взаимодействия. Типичные их формы и виды воплотились в моральных взглядах, оценках, нормах, установках, общественных ориентациях, в моральных ценностях, которые являются не только продуктом, но и средством социального познания. Познание социальной действительности моральным сознанием, обеспечивается посредством овладения нормативными понятиями и через оценку конкретных явлений общественной жизни, поступков и взаимоотношений людей [1].

Педагогическая мораль выполняет познавательную функцию не только в более конкретных, но и в более активных формах. С одной стороны, она имеет более прикладной, практический характер, с другой стороны, является функцией познавательно преобразующей. Нравственная деятельность в педагогической сфере строится прежде всего на основе общих моральных взглядов, норм, оценок, ориентаций. Настоящий преподаватель и в целом вся педагогическая общность не ограничивается познанием прошлого и настоящего морали и социальной деятельности. Социальная, в том числе нравственная перспектива, ориентация на будущее – профессиональный долг преподавателя. Нравственный прогноз социального воспитания должен строиться нынешней его системой. Соответственно в нравственном сознании педагогической деятельности должна формироваться перспективная морально-педагогическая система. Этому не обязывают педагога инструкции. Этому обязывает его профессиональная педагогическая мораль.

Суть ценностно-ориентирующей функции морали состоит в том, что почти все общественные действия людей подвергаются моральной оценке. Главным образом это оценка явлений общественной жизни и формирование ценностных ориентаций на основе перспектив нравственного прогресса.

В педагогической морали ценностно-ориентирующая функция реализуется двояким образом. С одной стороны, всякая педагогическая деятельность должна быть нравственно ориентированной, ибо ее результат представляет собой большую социальную ценность и направлен на достижение нравственного прогресса. С другой стороны, педагогическая мораль обеспечивает формирование ценностных ориентаций на нравственную деятельность и совершенствование нравственных отношений. Нравственное сознание преподавателя включает в себя высокие нравственные ценностные ориентации, причем такого качества, которое при реализации этих ориентаций обеспечивает высокий уровень нравственной практики. Педагог не может, не должен ориентироваться на недобросовестное отношение к труду, на самоуспокоенность, благодушие и беспечность. Педагогическая мораль требует от него неугасимой целеустремленности, которой он должен заражать своих коллег и обучаемых. Педагогическая мораль

ориентирует преподавателя быть гуманистом, патриотом, борцом за справедливость и требует от него постоянного нравственного самосовершенствования, без чего он не сможет управлять процессом нравственного развития своих обучаемых.

Воспитательная функция – органическая функция социальной морали и специфическая функция педагогической морали. Моральные установки, нормы, оценки, стимулы, нравственные ориентации – все это служит воспитанию нравственной личности. Цель морального регулирования – обеспечить простор для развития положительных нравственных качеств и нейтрализации отрицательных. В ценностно-ориентирующей функции заложен потенциал нравственного развития личности.

Овладевая моральными знаниями через познавательную функцию морали, человек расширяет горизонты видения мира как природного, так и социального [6].

Непосредственное формирующее и воспитательное воздействие имеет педагогическая мораль. Каждый человек в современном обществе испытывает влияние педагогической среды и педагогической деятельности. Через нее в значительной степени формируется мировоззрение людей, их нравственное и политическое сознание, идеологические позиции. Через педагогическую среду воспитывается личность. Воспитательная и дидактическая функции педагогического труда – та основа, на которой он выделяется в общественном разделении труда. Следовательно, функционирование морали в сфере педагогического труда не может не накладывать отпечаток на нее. Педагогическая мораль требует от педагога особого уровня воспитанности. Его деятельность, поведение должны быть активно воздействующими. Но для этого преподавателю необходимо свой внутренний мир, манеру поведения, привычки подчинить принципам, нормам и правилам, которые аккумулированы в педагогической среде и оказывают на самого преподавателя воспитывающее воздействие.

Одна из важнейших задач преподавателя заключается в том, чтобы постоянно и целенаправленно осуществлять нравственное воспитание обучаемых. Педагогическая мораль предъявляет преподавателю требование: для того, чтобы воспитывать, необходимо быть воспитанным самому. Преподаватель должен соблюдать также принцип единства педагогических требований, правила педагогического такта, сочетать обучение с воспитанием, корректировать действия своих обучаемых и т.п. Причем делать это он должен не по принуждению, а по убеждению, иначе его педагогическая миссия окажется мало результативной [4].

Кроме общих, педагогическая мораль имеет специфические функции. К их числу относятся: функция педагогического корректирования, функция воспроизводства моральных знаний, функция выработки иммунитета против моральных извращений, функция моральной самозащиты и функция упреждающего морального воздействия.

Педагогическое корректирование нравственной деятельности и нравственных отношений осуществляется не только в педагогической среде. Суть корректирования в том, что в действия, поступки, деятельность людей вносятся поправки административными, правовыми, экономическими методами. Например, работник совершил прогул и нанес тем самым материальный ущерб производству. Чтобы воздействовать на его дальнейшее поведение, его могут перевести на нижеоплачиваемую должность, удержать из заработка сумму нанесенного ущерба. Эти методы применяются в основном в производственной сфере. В сфере педагогического труда применяются морально-педагогические методы – словесное внушение, коллективный анализ последствий, моральная оценка и побуждение к самооценке и т.п. Морально-педагогические методы корректирования поступков и действий преобладают во взаимоотношениях преподавателя с обучающимся. Преподаватели должны в крайних случаях прибегать к методам административным, юридическим, экономическим, даже тогда, когда имеют на это право. Педагогическая мораль требует корректирования собственного поведения педагогическими методами самовнушения, самовоспитания и т.п. Мораль преподавателя корректирует его действия в большей степени своим воспитывающим воздействием.

С функцией педагогического корректирования тесно связана функция упреждающего морального воздействия. Педагогическая мораль требует от преподавателя, чтобы его воздействие на всю деятельность обучающихся – познавательную, нравственную, общественно-политическую – осуществлялось с упреждением отклонений от моральных норм и правил. Это же относится и к самому преподавателю. Преподаватель не может жить только сегодняшним днем. Это противоречит требованиям педагогической этики. Он должен оценивать свое поведение с позиций будущего.

Функция воспроизводства моральных знаний заключается в том, что педагогическая мораль не может не вбирать в себя всего комплекса известного о нравственности. В противном случае она будет отставать от нравственного прогресса. Но, кроме того, она должна развиваться так, чтобы появляющиеся ростки нравственности впитывались и расширялись в системе норм, представлений, нравственных убеждений. Педагогическая мораль требует не только репродуцирования накопленных этических знаний, но и формирования новых, в том числе этико-педагогических.

Очень важно, особенно на современном этапе, развивать в педагогической морали и этике функцию выработки иммунитета против моральных извращений. Это связано с тем, что весь арсенал западной пропаганды направляет все больше усилий для воздействия на морально-психологическую сферу подрастающего поколения. Развивающиеся средства массовой информации способствуют тому, что до молодежи доходят пропагандируемые западными идеологами те или иные концепции. И не секрет, что некоторые люди поддаются на утонченную пропаганду западного образа жизни. Педагогическая мораль формирует у преподавателей стойкий иммунитет, в том числе против моральных извращений, которые пропагандируются западными идеологами.

Таким образом развитие педагогической морали, ее функций, принципов и норм, повышение ее действенности будет способствовать идейно-нравственной закалке преподавателей, что в свою очередь будет залогом повышения идейно-нравственной закалки и уровня морально-этической зрелости подрастающего поколения.

Список литературы:

1. Момов В.М. Человек, мораль, воспитание: Теорет.-методол. проблемы / В.М. Момов; Пер. с болг.; Под науч. ред. и с предисл. д-ра филос. наук, проф. А.Г. Харчева; Перераб. и доп. изд. – М. : Прогресс, 1975. – С. 71.
2. Коменский Я.А. Избр. пед. соч. – М., 1955. – С. 599.
3. Архангельский Л.М. Ценностные ориентации и нравственное развитие личности. – М., 1978. – 213 с.
4. Васькова Н.И. Предпосылки к модернизации системы отечественного высшего образования / Н.И. Васькова, Ю.А. Савицкий // Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 442–443.
5. Коменский Я.А. Законы хорошо организованной школы. – М. : Академия, 1984. – 167 с.
6. Васькова Н.И. Тенденции стратегического развития преподавателя в структуре профессиональной компетентности / Н.И. Васькова, Ю.А. Савицкий // Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 444–445.
7. Терехов В.В. Исторические предпосылки и необходимость понимания предмета и задач педагогической этики / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, М.В. Степанова // Сборник научных статей. – Краснодар, 2020. – С. 101–108.
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). – 2020. – № 3. – С. 405–408.
9. Грошев Р.В. Изменения в порядке организации и осуществления образовательной деятельности по программам высшего образования / Р.В. Грошев, Д.И. Лютов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 4(8). – С. 167–170.
10. Грошев Р.В. Военно-образовательная политика СССР второй половины XX века в контексте подготовки летных кадров / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 2(2). – С. 91–97.

УДК 17.022.1

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАНИИ



ARTIFICIAL INTELLIGENCE
AND VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN EDUCATION

Савицкий Ю.А.

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

Терехов В.В.

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

Нефедовский В.А.

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

Аннотация. В работе представлена проблема внедрение искусственного интеллекта в образовательный процесс, направления его применения. Затронуты проблемы внедрения технологий виртуальной реальности при проведении различных видов занятий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, виртуальная реальность, интеллектуальные обучающие системы, геймификация, компьютер, система.

Savitsky Yu.A.

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

Nefedovsky V.A.

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

Abstract. The paper presents the problem of artificial intelligence into the educational process, the directions of its application. The introduction of virtual reality technologies during various types of classes are touched upon.

Keywords: artificial intelligence, virtual reality, intelligent learning systems, gamification, computer, system.

В последнее время наши знания о том, какие функции доступны машине, а какие – только человеку, постоянно меняются. Специалисты трактуют искусственный интеллект (ИИ), как область информатики, которая объединяет и фундаментальные исследования, и перспективные разработки, и прикладные проекты, а также многочисленные технические решения и приложения. Методы ИИ продолжают развиваться при решении самых разных групп задач: игры (шахматы, покер и др.), взаимодействие с компьютером на естественном языке, распознавание зрительных образов и рукописного текста, построение экспертных систем, систем для автоматического управления автомобилем, машинного перевода, конструирование интеллектуальных роботов и т.п. [1].

Можно сказать, что искусственным интеллектом обладает любое техническое устройство, которое: разработано для взаимодействия с окружающим миром (например, с помощью визуального восприятия или распознавания речи); демонстрирует интеллектуальное поведение, обычно присущее человеку (например, оценку доступной информации и принятие решений для достижения своей цели) [2]. Облачные вычисления, мобильный Интернет и высокая скорость доступа к глобальной сети сделали системы с использованием ИИ доступными массовым пользователям. Мы постоянно обращаемся к ним, формируя поисковые запросы, выполняя машинный перевод, пользуясь чат-ботами, сегодня широко используются аудио помощники такие как «Алиса», «Siri», «Маруся» и др. которые позволяют выполнять различные голосовые запросы человека, подсказывать решение различных задач и тд. Есть все основания полагать, что подобные нововведения помогут трансформировать существующую сегодня модель образования, где педагог – единственный и главный источник истинного знания [3].

Хотя педагогические разработки с использованием ИИ появились сравнительно недавно, уже выделилось несколько направлений их применения.

Интеллектуальные обучающие системы и чат-боты, применяемые в ряде учебных заведений: персонализация учебной работы, обеспечение быстрой обратной связи непосредственно в ходе учебной работы.

Автоматическое оценивание: использование методов распознавания образов и общение на естественном языке позволяет автоматизировать оценивание таких образовательных результатов, которые обычно требуют экспертной оценки (например, эссе).

Настраиваемые учебные материалы: ИИ помогает обучаемым формировать свои собственные лекционные материалы, разбивать учебники на удобные фрагменты информации и генерировать краткое изложение содержания книг и другой учебной литературы [4].

Образовательная аналитика: использование методов ИИ для работы с большими данными и подготовки образовательной аналитики с целью повышения результативность образовательной деятельности.

Консультационные системы: методы ИИ применяют при построении информационно-консультационных систем, которые помогают эффективно использовать возможности цифровой образовательной среды.

Ещё одним направлением развития информационных технологий в образовании это – технологии виртуальной реальности в образовании [6].

Первые опыты в области построения виртуальной реальности (VR) с использованием цифровых технологий начались в США в Массачусетском технологическом институте более полувека назад.

С тех пор принципиальная идея VR практически не изменилась: компьютер генерирует образ (трехмерное изображение, звуковой фон и т.п.); система отображения передает этот образ на органы чувств оператора VR-системы (пользователя); закрепленные на пользователе датчики собирают и передают в компьютер информацию о действиях пользователя (например, о повороте головы или изменении его положения в пространстве); компьютер использует получаемую информацию для изменения формируемой им виртуальной реальности и ее генерируемого образа, который поступает (передается) на органы чувств пользователя.

Сегодня VR – быстро развивающаяся компьютерная технология. Современные компьютеры способны формировать для пользователя живую виртуальную (моделируемую вычислительной системой) среду, с которой пользователь взаимодействует с помощью широкого набора специализированных устройств ввода/вывода информации: наушников, микрофона, компьютерных очков, специализированных перчаток и костюмов для передачи тактильного взаимодействия. Используемое оборудование для контакта с виртуальной реальностью позволяет пользователю погружаться в искусственный компьютерный мир, перемещаться в нем, видеть его и слышать, взаимодействовать с виртуальными предметами и т.п.

В настоящее время существует несколько вариантов систем виртуальной реальности: обычная (классическая) виртуальная реальность (Virtual Reality – VR), где пользователь взаимодействует с виртуальным миром, который генерируется компьютером (существует виртуально, в виде компьютерной программы); дополненная, или компьютерно-опосредованная, реальность (Amended Reality – AR), где информация, генерируемая компьютером, накладывается поверх изображений реального мира; смешанная реальность (Mixed Reality – MR), где виртуальный мир связан с реальным и включает его в себя. Технологии VR/AR/MR могут использоваться для решения самых разных задач. Организация совместной работы. Шлем виртуальной реальности дает возможность проводить видеоконференции, которые более реалистичны, чем обычные веб-конференции, и больше похожи на телефонный разговор.

Технология MR позволяет участникам ощущать друг друга действительно рядом. Такие «виртуальные встречи» можно широко использовать для виртуальных путешествий, знакомства с другими культурами, изучения иностранного языка и т.п. Изучение естественно-научных дисциплин. Очки виртуальной реальности позволяют обучаю-

щимся оказаться в научных лабораториях, наблюдать и проводить реалистичные виртуальные эксперименты, взаимодействовать с макро- и микрообъектами, совершать путешествия в мир математических объектов и проч. [7]. Изучение гуманитарных дисциплин. Обучаемые получают возможность посетить музеи и места исторических событий, общаться с виртуальными моделями исторических личностей, реконструировать события прошлого и т.д.

Опыты в области построения виртуальной реальности (VR) с использованием цифровых технологий начались в США в Массачусетском технологическом институте более полувека назад.

С тех пор принципиальная идея VR практически не изменилась: компьютер генерирует образ (трехмерное изображение, звуковой фон и т.п.); система отображения передает этот образ на органы чувств оператора VR-системы (пользователя); закрепленные на пользователе датчики собирают и передают в компьютер информацию о действиях пользователя (например, о повороте головы или изменении его положения в пространстве); компьютер использует получаемую информацию для изменения формируемой им виртуальной реальности и ее генерируемого образа, который поступает (передается) на органы чувств пользователя.

Сегодня VR – быстро развивающаяся компьютерная технология. Современные компьютеры способны формировать для пользователя живую виртуальную (моделируемую вычислительной системой) среду, с которой пользователь взаимодействует с помощью широкого набора специализированных устройств ввода/вывода информации: наушников, микрофона, компьютерных очков, специализированных перчаток и костюмов для передачи тактильного взаимодействия. Используемое оборудование для контакта с виртуальной реальностью позволяет пользователю погружаться в искусственный компьютерный мир, перемещаться в нем, видеть его и слышать, взаимодействовать с виртуальными предметами и т.п.

Отработка навыков модели в виртуальной реальности дают обучаемым возможность безопасно и не страшась возможных ошибок формировать такие умения, выработка которых в реальных условиях чревата опасностями или сталкивается с другими ограничениями (доступность оборудования, высокая стоимость выполнения работ, опасность для других людей и проч.). Например, MR-приложения уже используются при обучении лётного состава при моделировании боевых действий и др. [5].

Геймификация и виртуальная реальность широко используются для организации игровых ситуаций, повышения наглядности обучения, повышения мотивации обучающихся, проведения виртуальных экспериментов.

Внедрение в образовательный процесс искусственного интеллекта, виртуальной реальности и других цифровых технологий приведёт к цифровой трансформации образовательного процесса, которая позволит решать нерешаемые ранее задачи. Формировать у обучаемых компетенции XXI в., целенаправленно развивать способности к самостоятельной учебной работе, к продолжению образования на протяжении всей жизни. Такие изменения могут привести к заметному повышению доли обучающихся, которые демонстрируют высокие традиционные образовательные результаты, а также формированию универсальных компетентностей и развитию личностного потенциала каждого обучаемого. Именно такие преобразования находятся в центре цифровой трансформации образования.

Список литературы:

1. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г.К. Вороновский [и др.]. – Х. : Основа, 1997. – 112 с.
2. Михайлова И.С. Перспективы использования искусственного интеллекта в сфере образования / И.С. Михайлова, В.В. Шевцов // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 6(23). – С. 475–476.
3. Исхакова А.Ф. Применение искусственного интеллекта / А.Ф. Исхакова // Весник современных исследований. – 2018. – № 93(24). – С. 261–262.
4. Васькова Н.И. Предпосылки к модернизации системы отечественного высшего образования / Н.И. Васькова, Ю.А. Савицкий // Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 442–443.

5. Васькова Н.И. Тенденции стратегического развития преподавателя в структуре профессиональной компетентности / Н.И. Васькова, Ю.А. Савицкий // Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 444–445.
6. Терехов В.В. Исторические предпосылки и необходимость понимания предмета и задач педагогической этики / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, М.В. Степанова // Сборник научных статей. – Краснодар, 2020. – С. 101–108.
7. Савицкий Ю.А. Современный взгляд на естественно-научную грамотность обучаемых / Ю.А. Савицкий, В.А. Нефедовский, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 405–408.
8. Грошев Р.В. Подготовка военных кадров во второй половине XX века / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 3(3). – С. 25–33.
9. Грошев Р.В. Периодизация военного образования отечественных военно-воздушных сил / Р.В. Грошев // Военно-исторический журнал. – 2018. – № 11. – С. 50–56.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ-ЛЕТЧИКОВ



WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY
OF THE TRAINING PROCESS OF PILOT CADETS

Сараев И.В.

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

Духанин М.М.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к оценке эффективности обучения, использование балльно-рейтинговой системы для оценки эффективности учебного процесса, особенности оценки и пути повышения процесса обучения курсантов-летчиков.

Ключевые слова: эффективность обучения, показатели эффективности, наземная подготовка, тренажерная подготовка, летная подготовка.

Saraev I.V.

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

Dukhanin M.M.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mail.ru

Abstract. The article discusses modern approaches to assessing the effectiveness of training, the use of a point-rating system to assess the effectiveness of the educational process, features of assessment and ways to improve the process of training pilot cadets.

Keywords: training effectiveness, performance indicators, ground training, simulator training, flight training.

Эффективность учебного процесса подразумевает решение образовательных и воспитательных задач при минимальных затратах с учетом предпочтений студентов и преподавателей. За основу может быть принято следующее определение эффективности. Эффективность обучения – это мера достижения обучаемым и педагогом позитивного результата учебного познания в ходе их совместной деятельности при рациональном использовании ресурсов этой деятельности и среды, в которой происходит процесс обучения [9].

Понятие эффективности обучения неразрывно связано с понятием качества, которое характеризуется совокупностью свойств, способствующих удовлетворению образовательных потребностей личности и соответствующих интересам общества, отраженных в государственных документах, регламентирующих деятельность образовательных субъектов на всех уровнях. Критерии качества обучения проявляются в критериях эффективности с учетом конкретных дидактических целей [10].

В сфере бизнес-обучения эффективность (learning effectiveness) – мера совпадения реально достигнутых результатов с заявленными целями образовательной программы. Для оценки эффективности используют два типа показателей:

1. Потребительские метрики (consumptive metrics) – «Смотрите, сколько вам это стоит!»
2. Метрики результативности (impact metrics) – «Смотрите, сколько ценности мы вам приносим!»

В 1959 году американский исследователь Дональд Киркпатрик предложил модель оценки эффективности обучения, которая получила широкое распространение и сегодня является классической. Она предполагает, что оценка осуществляется на четырех уровнях, однако важность этих уровней для разных заинтересованных сторон (stakeholder) различна (рис. 1) [15].

ROE (return on expectations) – отдача на ожидания (или отдача ожиданий, возврат на ожидания) – главный коэффициент, по которому можно оценить эффективность обучения. Это соотношение между ожиданиями от обучения (на всех уровнях оценки), и реальными результатами. При использовании эффективных образовательных программ, ожидания превосходятся, и этим создается новая ценность.



Рисунок 1 – Модель Киркпатрика

Широко известна также пятиуровневая модель Дж. Филлипса (Jack Phillips) [16]. ROI (return on investments) – методика Джека Филлипса, помогающая с помощью различных формул измерить отдачу от инвестиций в обучение как отношение денежного выражения всех выгод, связанных с обучением, к денежной оценке всех затрат (инвестиций) в обучение. Расчет этого показателя сложен и во многом субъективен, поэтому часто получение и расчет ROI не несет значительной ценности.

Еще одна распространенная методика оценки эффективности обучения- Модель человеческого капитала. Она основана на измерении производительности компании через определение пробелов в знаниях и навыках сотрудников и отдачи от их восполнения через систему обучения.

Параметрами оценки при ее использовании являются проблемы в реализации бизнес-процессов (в денежном эквиваленте), оценка знаний и навыков, необходимых сотруднику для устранения проблем в бизнес-процессах, а также проблемы в реализации бизнес-процессов, связанные с работой сотрудников.

Примеры показателей в разных моделях измерения эффективности образования:

1. Модель Дж. Филлипса:
 - материальные выгоды (оценка производительности труда в денежном эквиваленте, изменение издержек);
 - нематериальные выгоды (изменение удовлетворенности сотрудников, текучести кадров, затрат на подбор персонала);
 - стоимость услуг преподавателей; стоимость оборудования, учебно-методических материалов, организация питания, стоимость отрыва участников от работы на период обучения.
2. Модель человеческого капитала:
 - продолжительность выполнения операций;
 - проблемы с движением денежных средств, недостачи;
 - какой процент проблемы можно отнести на счет мотивации, навыков, технических решений;
 - процент проблемы в реализации бизнес-процесса, обусловленный работой сотрудника, удовлетворенность клиентов.
3. Модель Д. Киркпатрика:
 - оценка программы, преподавателя, степени полезности содержания программы, условий обучения;
 - оценка уровня усвоения материала участниками программы;
 - соответствие полученных навыков рабочим обязанностям сотрудника, применимость и актуальность полученных знаний;
 - производительность сотрудника после обучения.

Эффективность обучения связана с достижением тех образовательных и воспитательных целей, которые ставит перед высшей школой современное общество и тре-

буют социально-экономические условия. В качестве основных показателей эффективности ЭО в нашей стране используются:

- полнота предметного содержания и методов обучения;
- индивидуализация и дифференциация обучения;
- применение разнообразных организационных форм;
- структурированность и системность усвоенных знаний;
- сформированность научного мировоззрения студентов, системы ценностей;
- уровень творческого применения знаний и умений.

Для оценки эффективности обучения наиболее важными представляются следующие направления:

- достижение образовательного результата, сформулированного в ФГОС и ООП;
- повышение мотивации, стимулирование к обучению;
- выявление, анализ и учет мнений студентов об организации и сопровождении процесса обучения, используемых средствах и технологиях;
- оптимизация трудозатрат студентов на освоение курса и трудозатрат преподавателей на его сопровождение;
- оценка влияния средств и методик обучения на конкурентоспособность выпускников.

Степень достижения образовательного результата может быть определена путем оценивания, реализованного в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС). Согласно БРС, устанавливаются виды деятельности студентов, которые оцениваются в баллах с учетом сложности предполагаемых действий студентов и важности полученного результата в освоении дисциплины. В соответствии с таблицей оценивания нормируется каждый вид деятельности студентов. Важным условием здесь является соблюдение установленных преподавателем сроков выполнения заданий. Если учебные задания выполнялись не вовремя или занятия пропускались по неважной причине, то студент лишается возможности получить оценку за соответствующий вид деятельности или ему начисляются штрафные баллы.

Результаты оценки всех видов деятельности каждого студента суммируются с учетом установленных преподавателем весовых множителей. Суммарный балл, или взвешенная оценка (ВО), отражает успешность освоения курса. ВО рассчитывается по формуле:

$$ВО = \sum_i \left(\frac{B_i}{MБ_i} \times VM_i \right),$$

где B_i – число баллов, набранных за оцениваемый показатель; $MБ_i$ – максимальное число баллов за этот показатель; VM_i – весовой множитель, установленный за определенный вид учебной деятельности [11].

Максимальное возможное значение ВО составляет 100 %. В конце семестра ВО пересчитываются в традиционную шкалу оценивания результатов обучения. При выставлении экзаменационной оценки обязательно учитываются результаты работы студента в семестре.

Часть данных регистрируется автоматически, другую часть информации преподаватели заносят вручную согласно установленным критериям. Критерии оценивания сообщаются студентам заранее.

Итоговая таблица по каждому виду деятельности существенно облегчает преподавателю проведение анализа достижений студентов. Преподаватель получает доступ к информации о результатах деятельности всех студентов, а они, в свою очередь, имели возможность отслеживать свои текущие показатели. Таким образом, как преподаватели, так и студенты могут непрерывно осуществлять мониторинг процесса обучения, оценивая его перспективы и вовремя внося необходимые корректировки.

БРС мотивирует студентов на получение итогового результата. Так, в случае успешной работы студента в течение семестра была предусмотрена возможность получения итоговой оценки за курс «автоматом», в зависимости от своей ВО: 65–80 % – «хорошо», 80–100 % – «отлично». Остальным для получения итоговой оценки по курсу требуется сдать экзамен. Обучающиеся также могут сдавать экзамен для улучшения своей итоговой оценки. При выставлении экзаменационной оценки учитываются результаты работы студента в семестре. К экзамену допускаются студенты, у которых

ВО ≥ 40 %. Если по итогам всех видов учебной деятельности в семестре ВО студента составляла 30–40 %, то он допускается к экзамену только после ликвидации задолженностей, а если менее 30 % – должен пройти весь курс заново.

Важным способом повышения мотивации является возможность формирования индивидуальных траекторий обучения, что является привлекательным для сильных студентов и дает возможность слабым студентам заниматься в удобном для них темпе.

Профессиональная подготовка курсантов-летчиков имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при разработке методов оценки и путей повышения эффективности процесса обучения. Она включает в себя следующие этапы:

- теоретическая подготовка;
- наземная подготовка;
- тренажерная подготовка;
- летная подготовка.

Рассмотрим эффективность процесса в целом и каждого из этапов:

$$F_{п.п.} = F_{т.п.} + F_{н.п.} + F_{тр. п.} + F_{л.п.},$$

где $F_{п.п.}$ – эффективность этапа профессиональной подготовки; $F_{л.п.}$ – эффективность этапа теоретической подготовки; $F_{н.п.}$ – эффективность этапа наземной подготовки; $F_{тр. п.}$ – эффективность этапа тренажерной подготовки; $F_{л.п.}$ – эффективность этапа летной подготовки.

Эффективность процесса подготовки летных специалистов может быть представлена как отношение изменения уровня подготовки к затратам на подготовку:

$$F_{п.п.} = \Delta Q / Z,$$

где ΔQ – изменение уровня подготовки; Z – затраты на подготовку.

Общая величина изменения уровня подготовки:

$$\Delta Q = \Delta Q_{т.п.} + \Delta Q_{н.п.} + \Delta Q_{тр. п.} + \Delta Q_{л.п.},$$

где $\Delta Q_{т.п.}$ – изменение уровня подготовки на этапе теоретической подготовки; $\Delta Q_{н.п.}$ – изменение уровня подготовки на этапе наземной подготовки; $\Delta Q_{тр. п.}$ – изменение уровня подготовки на этапе тренажерной подготовки; $\Delta Q_{л.п.}$ – изменение уровня подготовки на этапе летной подготовки.

Изменение уровня подготовки на этапе летной подготовки является наиболее дорогостоящим. Поэтому одним из путей уменьшения затрат при сохранении общего уровня подготовки может быть использование для повышения $\Delta Q_{т.п.}$ автоматизированных обучающих систем.

В таком случае эффективность процесса подготовки будет представлена следующим образом:

$$F_{п.п.} = (\Delta Q_{т.п.} + \Delta Q_{н.п.} + \Delta Q_{тр. п.} + \Delta Q_{л.п.}) / Z.$$

Таким образом, с уменьшением $\Delta Q_{л.п.}$ уменьшаются затраты на летную подготовку, но за счет увеличения $\Delta Q_{т.п.}$ общий уровень подготовки специалиста в целом, а следовательно и надежность системы подготовки возрастают.

Поскольку этапы подготовки осуществляется отдельными подразделениями, требуется наличия обратной связи между нами с целью недопущения передача обучаемых с недостаточным уровнем теоретической подготовки.

Список литературы:

1. Формирование перечня востребованных компетенций: первый опыт России / С.В. Сигова, А.Г. Серебряков, П.О. Лукша // Непрерывное образование: XXI век. – 2013. – Вып. 1. – URL : <http://i1121.petrstu.ru/journal/atricle.php?id=1946> (дата обращения 19.06.2014).
2. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования. – URL : <http://www.fgosvpo.ru/> (дата обращения 18.06.2014).
3. Бюллетень научно-методического совета по физике / Сост. Н.М. Кожевников. – СПб. : Изд-во Политехнического ун-та, 2012. – № 4. – 84 с.

4. Рогозин Д. Прыжок в шестое поколение / Д. Рогозин // Российская газета. – URL : <http://www.rg.ru/2014/03/28/rogozin.html> (дата обращения 19.06.2014).
5. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» // Российская газета. – URL : <http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения 19.06.2014).
6. Андреев А.А. Дистанционное обучение и дистанционные образовательные технологии / А.А. Андреев // Открытое образование. – 2013. – № 5. – С. 40–46.
7. Колесников С.И. Подходы и технология обучения МООС / С.И. Колесников, Л.М. Долженко // Высшее образование в России. – 2013. – № 3. – С. 16–20.
8. Назаров А.И. Применение сетевых форм организации обучения физике в бакалавриатах инженерных направлений подготовки / А.И. Назаров, О.В. Сергеева, Н.Ю. Ершова // Ученые записки института социальных и гуманитарных знаний. – Казань : ЮНИВЕРСУМ, 2013. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 128–134.
9. Зуев П.В. Повышения уровня физического образования в процессе обучения школьников. – Екатеринбург : Изд-во ЕГПУ, 2000. – 130 с.
10. Петров А.Е. Технологии дистанционного обучения в системе непрерывного образования / А.Е. Петров // Открытое образование. – 2013. – № 5. – С. 47–51.
11. Ершова Н.Ю. Реализация принципов сетевого обучения в процессе подготовки бакалавров и магистров в области информационных технологий / Н.Ю. Ершова, А.И. Назаров. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2012. – 104 с.
12. Ершова Н.Ю. Построение нечеткой модели качества состава студентов в среде MATLAB / Н.Ю. Ершова, А.И. Назаров // Информационная среда вуза XXI века: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2013. – С. 77–81.
13. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
14. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
15. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.
16. Лукашенко Д.В. На пороге прорыва: проблемы и векторы развития образовательных систем / Д.В. Лукашенко, Р.В. Грошев // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2018. – № 9. – С. 6–10.
17. Грошев Р.В. Организационно-педагогические условия развития отечественной системы образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 2(6). – С. 117–121.

ПРОБЛЕМЫ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ
ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ



PROBLEMS OF COMPETENCY MODEL
OF TRAINING MILITARY SPECIALISTS

Слесаренок С.В.

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

Слесаренок И.В.

МАОУ СОШ № 17, г. Краснодар
Sergei.Slesarenok@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применения элементов компетентностной модели обучения в военном образовании.

Ключевые слова: компетенции, модель обучения, военное образование.

Slesarenok S.V.

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

Slesarenok I.V.

MAOU Secondary School № 17,
Krasnodar
Sergei.Slesarenok@yandex.ru

Abstract. The article addresses the application of the elements of the competent model of training in military education.

Keywords: competencies, training model, military education.

В настоящее время широкое распространение получила идея компетентностного подхода в образовании. Происходит переориентация обучающихся в оценке результата образования с понятий «подготовленность», «образованность» на понятия «компетенция», «компетентность». Процесс военного образования оказался затронут общекультурными (ОК), общепрофессиональными (ОПК), профессиональными и профессионально-специализированными (ПК) компетенциями.

Очевидно, что в отечественную модель образования термин компетенция введен для глобализации и конкурентоспособности образовательного процесса в государстве, которая началась с Болонского процесса и является точкой отсчета интеграции России в Европу [1]. Иными словами, это делается для того, чтобы выпускник с дипломом об образовании государственного образца смог найти себе применение за пределами Российской Федерации. В этом случае напрашивается вопрос о необходимости глобализации образования для отдельно взятого Российского военнослужащего.

Краеугольным камнем на пути внедрения компетентностного подхода в образовательный процесс является отсутствие четкой однозначности в понятии компетенция. У этого термина существует множество определений, в которые вложен различный смысл. Например, в американской модели компетенции прописаны модели поведения сотрудника, пользуясь которыми, он может демонстрировать правильное поведение, которое обязательно приведет к личным высоким результатам, следовательно, к успеху всей организации, в которой он работает. В европейской модели компетенции присутствует подробное описание конечного результата или рабочих задач.

Главное отличие этих методик в том, что европейская предлагает определять минимум, который требуется от сотрудника, а американская ориентируется на итоговые результаты.

В российской модели образования компетенция – это комплекс определенных знаний, навыков и умений, в которых человек осведомлен и имеет практический опыт. Компетентностью называют способность активно пользоваться полученными профессиональными и личными знаниями в ходе своей деятельности. Учитывая разность понятийного аппарата о какой интеграции образовательного процесса может идти речь. Голландский исследователь В. Вестера утверждает, что термин «компетентность» в нынешнем его употреблении – это не более чем неточный перевод, плохо отличимый от привычного термина «умелость» и ничего не прибавляющий к нашему пониманию природы обучения действительному мышлению и умному действию [2]. То есть, по сути, является игрой слов в понятийном аппарате.

В таком случае для кого и для чего разработаны и внедрены во ФГОС ОК, ОПК, ПК? Рассмотрим гипотезу, что компетенции разработаны для обучающегося. Но при трудоустройстве они ему не нужны. Как и чем он будет оперировать при приеме на работу.

Рассмотрим другую гипотезу, компетенции разработаны для работодателя. Но работодатель смотрит в диплом, а в нем оценки, которые отображают принципы квалификационного подхода. Компетенцию сложно оценить количественно.

Для военного образования картина еще сложнее. В Вооруженных силах Российской Федерации нет рынка труда. Выпускник военного вуза назначается на должность согласно многокритериальной рейтинговой оценки и если он получил диплом об окончании высшего военного заведения он не может остаться без работы.

Специфика военной службы состоит в способности отдельно взятого военнослужащего выполнять свою задачу лично и в составе подразделения. Причем выполнение поставленной задачи строго регламентируется Уставом Вооруженных сил, а также приказами и другими нормативными документами. В этом случае процесс обучения не может оперировать такими понятиями как компетенция [3].

Командиру, в повседневной деятельности, нужны от подчиненного его знания, умения и навыки. Компетенции, в данном случае, выступают характеристикой карьерного роста военнослужащего. С точки зрения русского языка, для командира, утверждение «умеет выполнять поставленную задачу» более понятно, чем «способен или готов выполнять поставленную задачу», потому что слово умеет характеризует навык, а слова способен и готов характеризуют желание и личностные возможности подчиненного. Способен и готов, с точки зрения компетентного подхода, могут означать, что он не умеет, но может научиться. А для командира это не всегда приемлемо.

Следующей проблемой компетентного обучения является невозможность количественно оценить достижение компетенции. Это связано с тем, что компетенции могут изучаться в нескольких отдельно взятых дисциплинах. Например, выпускник военного летного училища может быть прекрасным летчиком, но при этом посредственным тактиком и еще более посредственным командиром. А в армии все держится на командире и его командных навыках. В этом случае система, подразумевающая четкое оценивание квалификационных требований к выпускнику военных образовательных заведений является более предпочтительной [4].

С точки зрения русского языка, логичнее будет заменить слово «компетенции» на «требования». И в этом случае программа обучения обеспечивается структурно-логической схемой изучения дисциплин, а требования предъявляются уже непосредственно к дисциплине. Оценка, полученная по результатам изучения дисциплины и является мерой обученности.

Структурно-логическая схема изучения дисциплин определяет порядок прохождения и взаимосвязь дисциплин с входящими в их состав требованиями к обученности. При этом взяв в руки диплом о высшем образовании любого военнослужащего командир или начальник всегда сможет представить уровень его подготовки, взглянув на изученные им дисциплины и практики, а также на полученные им отметки.

Недостатком такого подхода можно обозначить отсутствие возможности дать качественную оценку выпускнику, т.е. к объективному пониманию способности и готовности подчиненного к карьерному росту. В этом случае существующая процедура составления служебной характеристики на выпускника может являться только отправной точкой для командира. А применение компетентного подхода в обучении для оценки обозначенной проблемы может принести действительно положительный результат.

Компетентный подход, направленный на раскрытие качественной оценки обучающегося позволит:

- раскрыть способности самостоятельно решать проблемы в различных сферах и видах военной деятельности, элементом которого является и собственный опыт обучающегося;

- создать условия для формирования и оценки обучающихся с точки зрения опыта самостоятельного решения познавательных, коммуникативных, организационных, нравственных и иных проблем, являющихся частью подготовки военного специалиста.

Однако, для того, чтобы этот подход заработал необходимо вложить в компетенции четкий физический смысл и разработать критерии определения степени их до-

стижения. Без этого система работать не будет и слово компетенция будет выглядеть пустым звуком по сравнению со словом квалификация [5].

Важным моментом в оценивании компетенций может быть балльная оценка уровня обученности. Существует ряд принципиальных подходов к системе оценивания. Первый – оценивать знания обучающихся можно обычным способом по пятибалльной системе. Но в таком случае теряется вся суть компетентностного принципа обучения. Поэтому для итоговой оценки усвоения компетенции предпочтительнее использовать балльную систему с минимальной пороговой суммой баллов. Понятие минимальной суммы в этом случае является относительным и должно соответствовать оценке «хорошо».

В итоге мы получим, что каждой компетенции соответствует свое количество баллов, которое обучающийся может получить при его оценивании. По мере изучения дисциплин эти баллы суммируются. Итоговое оценивание за семестр или курс обучения осуществляется путем определения средневзвешенной суммы баллов полученных за каждую компетенцию.

Уровень объективности является одним из критериев качества методики оценивания. Вместе с тем образовалась проблема порогового проходного бала по каждой отдельной компетенции, так и обучения в целом.

Десятибалльная система оценивания предусматривает оценку не только учебных достижений, но и познавательной активности обучающихся, их способностей, волевых качеств и т.д. Вместе с тем, и в той и в другой системе в роли оценивающего выступает преподаватель, лицо отнюдь не нейтральное в отношении результатов обучения, поскольку он оценивает качество своего труда.

Критерии, по которым выставляется та, или иная оценка определяется следующими условиями:

– 7 баллов – оценка «хорошо», но это сигнал обучающемуся о необходимости усилить познавательную, или рабочую активность. Следующая оценка должна быть либо 8 баллов, либо зачет по компетенции он не получит.

– 8 баллов – оценка «хорошо».

– 9 баллов – выполнены условия для оценки «хорошо» и наблюдается прогресс в сторону увеличения познавательного процесса в освоении компетенции.

– 10 баллов – оценка «отлично».

Исходя из этих условий, можно определить показатель минимального уровня обученности по освоению компетенции:

$$M = (m + 1) \times 9 + (n - m - 1) \times 7,$$

где m , целая часть числа, полученная при делении $\frac{n}{2}$, n – количество компетенций изучаемых в семестре, 9 и 7 – минимальный балл на оценку «отлично» и «хорошо» соответственно.

Например:

В семестре изучается 7 модулей. Таким образом, подставляя $n = 7$ имеем:

1) $7 / 2 = 3,5$ т.е. $m = 3$;

2) $M = (3 + 1) \times 9 + (7 - 3 - 1) \times 7 = 57$.

Минимальный порог изучения раздела дисциплины состоящей из 7 модулей составляет 57 баллов из 70 возможных. В качественном исполнении это звучит следующим образом: более половины оценок «отлично», остальные «хорошо».

Отвергать прошлый, проверенный годами, положительный опыт традиционной системы образования, в даже пользу хорошо сформулированной компетентностной идеи не имеет смысла и в конечном итоге вредно. Необходимо создать четкое разграничение двух разных образовательных подходов в единой системе образования. Совместить положительные стороны для качественной оценки выпускника на предмет его возможностей в плане самообучения и самосовершенствования с использованием компетентностного подхода и количественную оценку знаний, умений и навыков выпускника с использованием квалификационного подхода.

Список литературы:

1. Антипин Н.А. Компетентностный подход в образовании: проблемы и перспективы / Н.А. Антипин // Материалы XI региональной научно-практической конференции с международным

- участием. Проблемы социокультурной и политической модернизации: человек, коммуникация, среда. ГЛТУ. – СПб., 2017. – С. 119–123.
2. Westera W. Competence in education / W. Westera // J. Curriculum Studies. – 2001. – Vol. 33. – № 1. – P. 75–88
 3. Карташова В.В. Формирование когнитивной рефлексии студентов вуза / В.В. Карташова, И.В. Слесаренок // Сборник статей межвузовской научно-практической конференции «Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях». – Ставрополь, 2017. – С. 339–341.
 4. Слесаренок С.В. Особенности применения технологии модульного обучения в военных учебных заведениях / С.В. Слесаренок, А.В. Захарин, И.В. Слесаренок // Сборник материалов XXI Всероссийской заочной практической конференции «Инновационные процессы в образовательном процессе». – Краснодар, 2020. – С. 79–83.
 5. Слесаренок И.В. Проблемы формирования гражданской идентичности молодежи в среднем и высшем образовании / И.В. Слесаренок, Т.А. Купреенко, В.В. Карташова // Сборник статей межвузовской научно-практической конференции «Инновационные направления развития в образовании, экономике, технике и технологиях». – Ставрополь, 2017. – С. 372–376.

УДК 004.942

**СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ, КАК ФАКТОР,
ВЛИЯЮЩИЙ НА ТВОРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОБУЧАЮЩИХСЯ**



**COMPUTER MODELING TOOLS IN THE EDUCATIONAL PROCESS
AS A FACTOR INFLUENCING THE CREATIVE POTENTIAL OF STUDENTS**

Мутовкина Ж.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mail.ru

Степанова М.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
mvs4967@mail.ru

Степанов В.В.

доктор технических наук, профессор,
Кубанский государственный технологический университет
vvs04367@mail.ru

Нефедовский В.А.

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

Аннотация. В статье основное внимание уделено повышению творческого потенциала в сфере геометрического моделирования сборочной единицы жаровой трубы камеры сгорания газотурбинного двигателя с использованием системы автоматизированного программного комплекса КОМПАС – 3D, а также применение интегрированного приложения через конечно-элементную программную систему APM FEM при тепловом нагружении созданной модели.

Ключевые слова: моделирование, газотурбинный двигатель, жаровая труба, тепловое нагружение, статистический расчет, конечно-элементную программную систему APM FEM.

Mutovkina Zh.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mail.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
mvs4967@mail.ru

Stepanov V.V.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
vvs04367@mail.ru

Nefedovsky V.A.

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

Abstract. The article focuses on increasing the creative potential in the field of geometric modeling of the assembly unit of the combustion chamber of a gas turbine engine with the use of the COMPASS – 3D automated software system, as well as the use of an integrated application through the finite element software system APM FEM under thermal loading of the created model.

Keywords: modeling, gas turbine engine, heat pipe, thermal loading, statistical calculation, finite element software system APM FEM.

Использование средств компьютерного моделирования в образовательном процессе позволяет получить не только знания, умения и навыки, но и развить творческое техническое мышление, которое в свою очередь окажет влияние на расширение пространственного восприятия окружающего мира.

Задача педагога организовать и направить когнитивную деятельность обучающихся, опираясь на собственный опыт и свои творческие предпочтения в рамках преподаваемой дисциплины, а также с учетом междисциплинарных связей, сложившихся в учебном заведении. Однако, определив вектор познавательной работы, дальнейшая инициатива по изучению материала должна быть возложена целиком и полностью на обучающихся, которые могут выработать собственный алгоритм действий.

Комплексное введение технологий виртуальных разработок и их сопровождение во время проведения занятий, становится в современном цифровом мире неизбежным условием для реализации многих важных задач, ряд которых возможно использовать, начиная с первого курса обучения. По мере прохождения учебного процесса появляется возможность осознанного ведения сложных научно-технических расчетов, снижения рисков, повышения надежности изделий в целом.

Кроме того, средства компьютерного моделирования позволяют за счет специализированных графических программ освободиться от необходимости проведения

натурных или стендовых испытаний, которые весьма непросто реализовать по объективным и субъективным причинам.

В связи с вышеизложенным коллективом преподавателей было выработано предложение к рассмотрению обучающихся, а именно знакомство с устройством газотурбинного двигателя, исследование процессов, которые возникают в камере сгорания, моделирование секций жаровой трубы.

Исследования проводились в соответствии с планом работы, который включает:

1. Объектная область – отработка процесса моделирования с использованием универсального специализированного программного комплекса КОМПАС-3D и анализ параметров математического моделирования, возникающего в жаровой трубе, на основе интегрированного инструмента для подготовки и последующего конечно-элементного анализа трехмерной твердотельной модели (детали или сборки).

2. Объект – жаровая труба газотурбинного двигателя (для упрощения – трубчатого-кольцевого типа).

3. Предмет исследования – динамика характеристик теплового нагружения модели.

4. Цель – оценить возможности применяемого метода расчета для получения конечного результата.

5. Задача – получить нагрузочные характеристики теплового расчета, частоты и формы собственных колебаний.

Процесс моделирования состоял из нескольких шагов, и был растянут во времени, так как обучающиеся, к сожалению, не обладали тем запасом знаний, умений и навыков, которые необходимы при работе в графическом редакторе. Преодолев этот этап, успешно усвоив геометрические примитивы, поверхностное моделирование, появилась возможность осмотреть прототип – газотурбинный двигатель, для ускоренного процесса визуализации.

Следующим шагом было составление временного документа, а именно эскиза элементов жаровой трубы, снятие технологических и конструктивных размеров. Данный этап позволил оценить форму и составные части изделия, что сказалось на следующем шаге – моделировании, который является одним из самых творческих шагов научной работы и позволил приступить к реализации идеи, а именно к созданию элементов ассоциативной объемной модели. Параметрическая технология, многочисленные сервисные функции позволяют ускорить получение конечного продукта.

Рассмотрим геометрию изучаемого объекта – первый элемент жаровой трубы, в который устанавливается топливная форсунка, состоит из сочетания поверхностей вращения – конуса, сферы и цилиндра.

Третий элемент представляет собой пустотелый цилиндр, в верхней части которого имеются пазы с отверстиями сложной цилиндрической формы, носящие название расширители. Эти элементы присутствуют и на последующих обечайках жаровой трубы, на плоскостях которых будет выполнена точечная сварка. Они необходимы для компенсационного расширения элементов трубы, вследствие температурных нагрузок, возникающих при эксплуатации двигателя.

Вторая, четвертая, пятая и шестая секции, помимо перечисленных элементов дополнительно имеют по боковой поверхности сквозные цилиндрические отверстия для образования топливовоздушной смеси, поступления вторичного воздуха и создания дополнительного слоя для защиты стенок жаровой трубы, а также достижения определенной температуры на выходе из камеры сгорания.

Седьмая, заключительная секция – газосборник, с точки зрения геометрии, является сочетанием трех поверхностей призмы, усеченной пирамиды и цилиндра. По одной из граней данного элемента имеются отверстия цилиндрической формы, расположенные в шахматном порядке.

В итоге составлена электронная модель неразъемного соединения, так как все секции соединены между собой путем точечной сварки (рис. 1).

Используя комплексный подход к объекту моделирования, подключив приложение APM FEM – систему прочностного анализа сможем подойти на начальном этапе к оценке возможности определения температурных напряжений, возникающих на различных режимах работы двигателя.

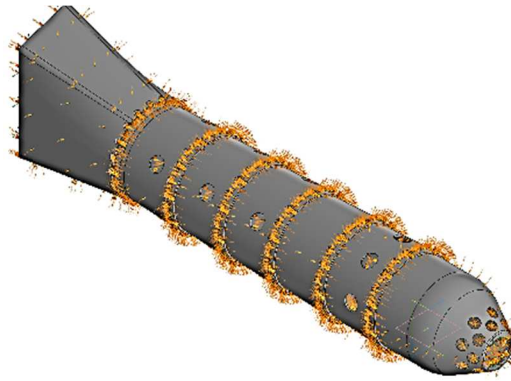


Рисунок 1

Это связано в первую очередь с тем, что камера сгорания работает в весьма сложных условиях:

- высокие температуры газов (в ядре горения температура газов достигает 2300 К);
- высокие температуры элементов камеры (корпусов – до 600–650 К, жаровых труб до 1000–1200 К) при значительной неравномерности температурного поля газового потока;
- элементы конструкции камеры сгорания, в особенности жаровые трубы, смесители, омываются химически активными газами при повышенном давлении (до 2,5–4 МПа) и значительных скоростях движения газа [2].

Система АРМ FEM для КОМПАС-3D работает через конечно-элементную программную систему, то есть электронная модель (в нашем случае) разбивается на четырех узловые тетраэдры с максимальной стороной 5 мм. В результате разбиения были получены 104167 конечных элементов (рис. 2), на которые и производится расчет.

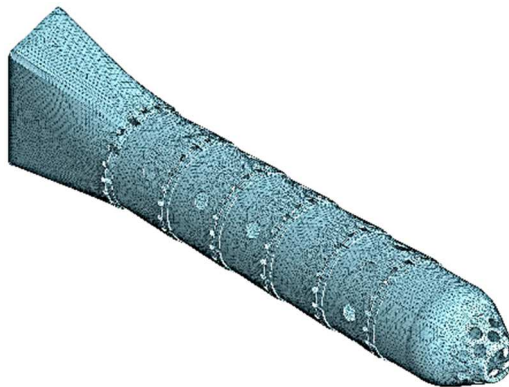


Рисунок 2

Введя исходные параметры по материалу (сплав ХН70ВМТЮ), температуре нагрева 850 °С модели сборочной единицы (рис. 3), установке мест закрепления жаровой трубы, с учетом того, что она имеет телескопическое соединение.

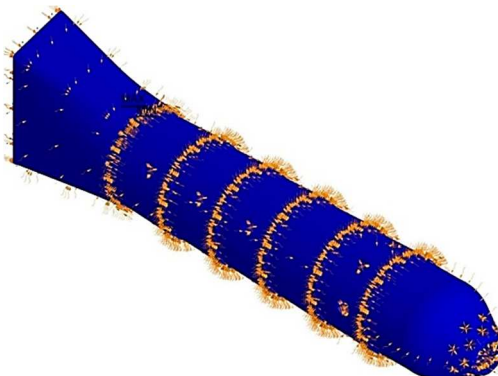


Рисунок 3

В итоге получены следующие инерционные характеристики (табл. 1), реакции в опорах (табл. 2).

Таблица 1 – Инерционные характеристики

Наименование	Значение
Масса модели [кг]	2.707356
Центр тяжести модели [мм]	(6.997982; -16.00254; -190.386132)
Моменты инерции модели относительно центра масс [кг*мм ²]	(59341.543458; 59341.965651; 8604.954685)
Реактивный момент относительно центра масс [Н*мм]	(-13176.200187; -68753.691752; 33621.053792)
Суммарная реакция опор [Н]	(0.00055; 0.000154; -72655.136544)
Абсолютное значение реакции [Н]	72655.136544
Абсолютное значение момента [Н*мм]	77659.884362

Таблица 2 – Реакции в опорах

Закрепление	Rx [Н]	Ry [Н]	Rz [Н]
1	0.000550	0.000154	-72655.136544

В результате прочностного расчета были получены данные сведенные в таблице 3 и соответствующие демонстрационные изображения с диапазоном распределения

Таблица 3 – Демонстрационные изображения с диапазоном распределения

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [Н/мм ²]	0.013771	537.189637

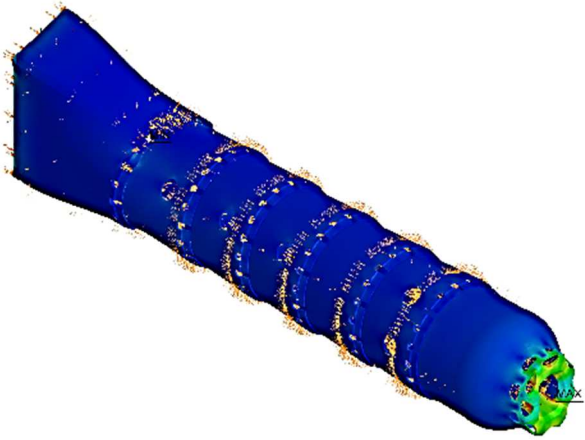
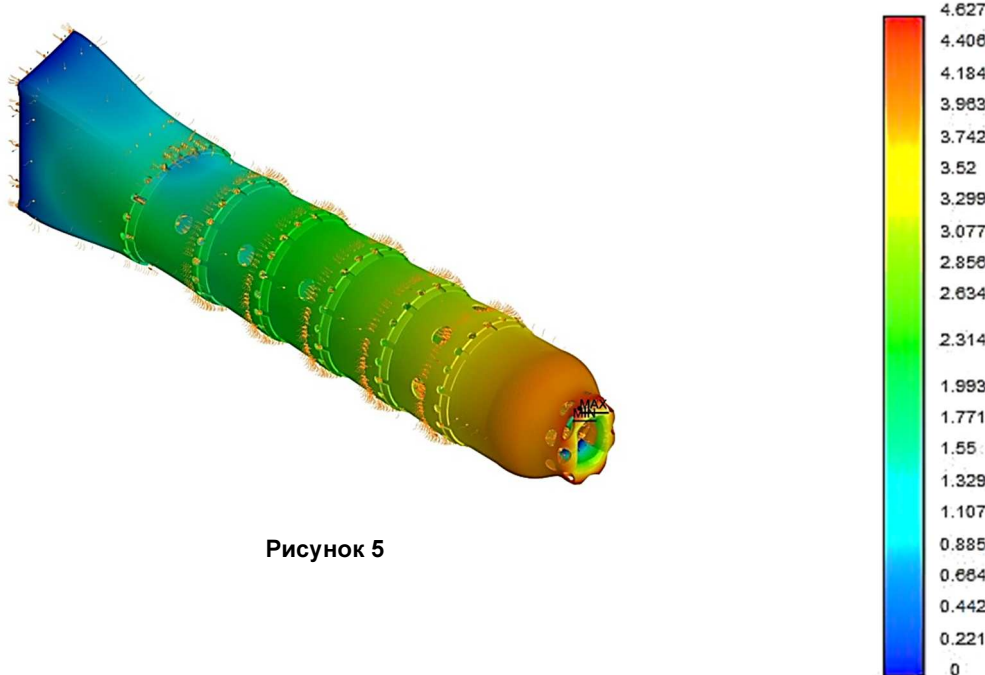
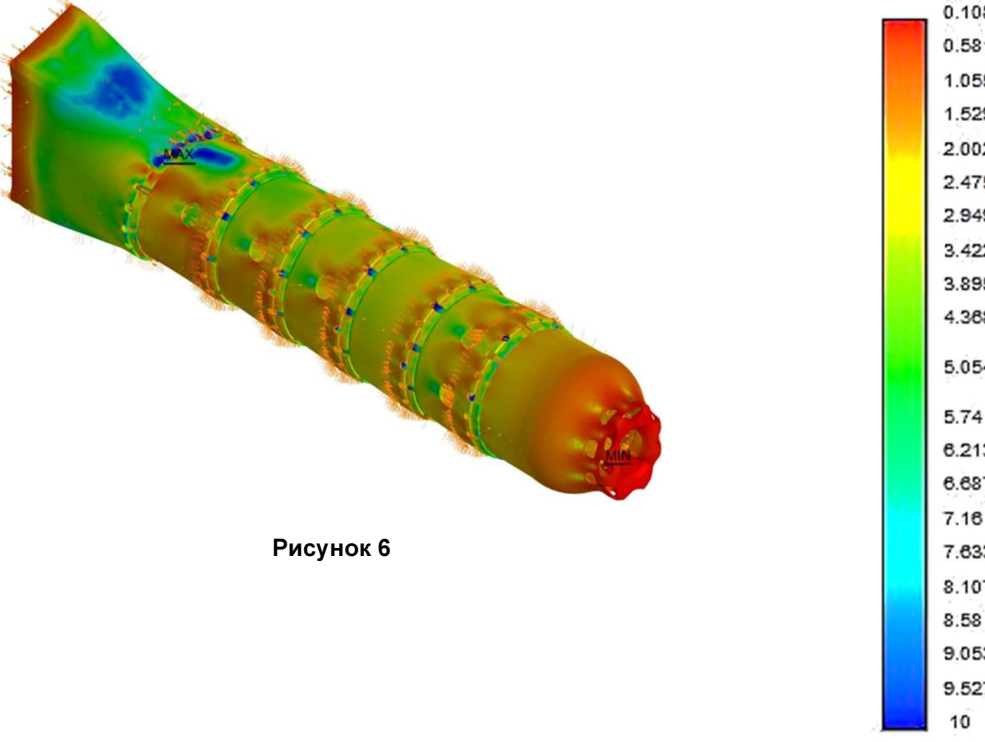


Рисунок 4

Эквивалентное напряжение по Мизесу показывает максимальную энергию формоизменения. Пластичный материал начинает повреждаться в местах, где напряжение по Мизесу становится равным предельному напряжению (предел текучести используется в качестве предельного напряжения)

Продолжение таблицы 3

Суммарное линейное перемещение	USUM [мм]	0	4.627178
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;">  </div> <p style="text-align: center;">Рисунок 5</p>			
Коэффициент запаса по пределу текучести	SVM	0.378	10
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;">  </div> <p style="text-align: center;">Рисунок 6</p>			
<p>Кроме того, получены результаты расчета собственных частот, на которые оказывают влияние температурные нагрузки. С увеличением температуры частота собственных колебаний уменьшается. Интегрированное приложение позволило увидеть на демонстрационных изображениях пять форм собственных колебаний, которые представлены ниже</p>			

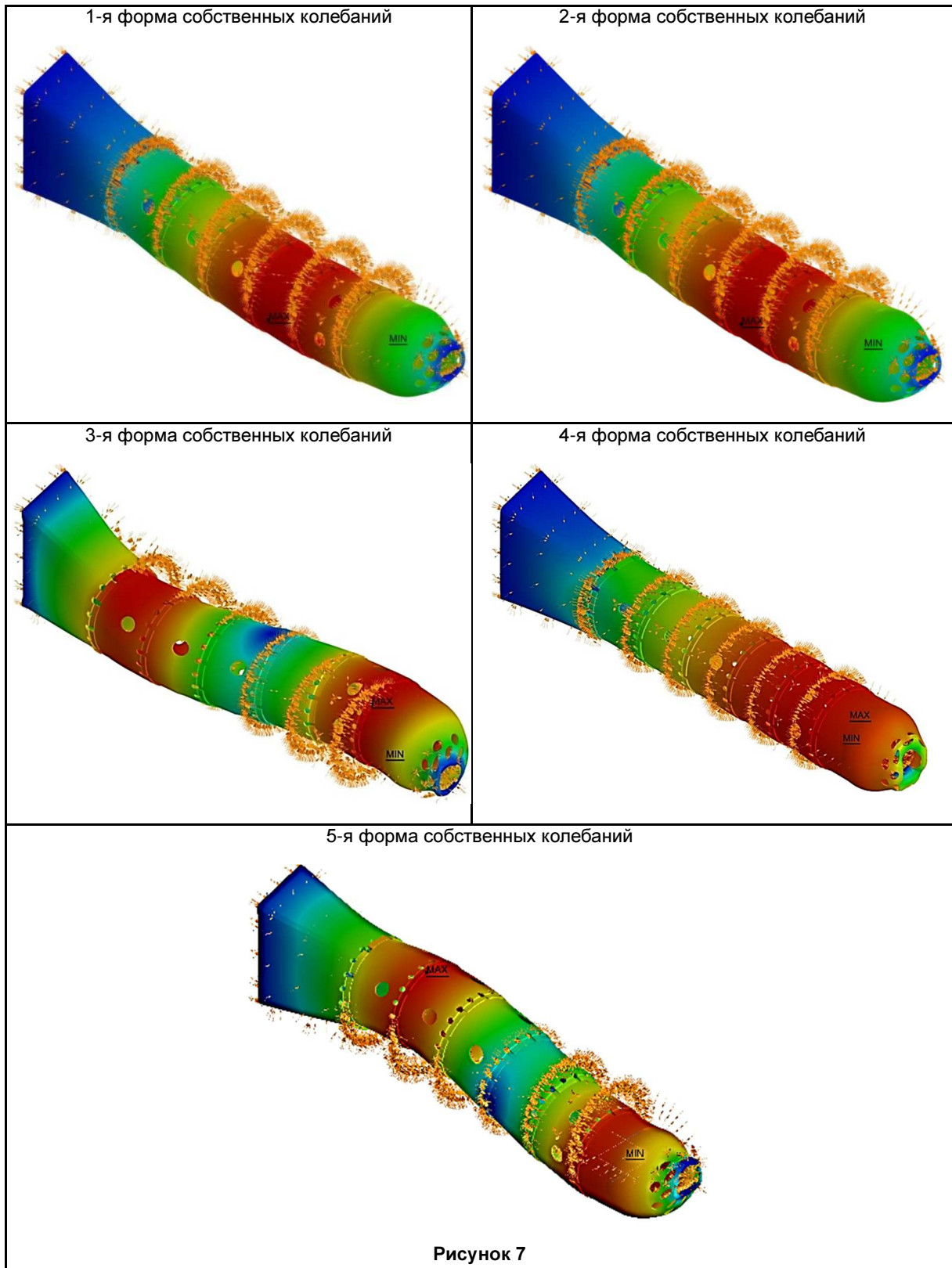


Рисунок 7

В итоге, исследования на данном этапе можно считать завершенными, так как те задачи, которые поставлены перед обучающимися выполнены в полной мере:

- 1) создана геометрическая модель сборочной единицы жаровой трубы трубчато-кольцевой камеры сгорания;
- 2) получены данные по тепловому нагружению жаровой трубы;
- 3) приобретен опыт практического использования комплекса знаний, умений и навыков по дисциплинам, изучаемым на первом курсе;

4) приобретен опыт творческого технического мышления, которое позволило расширить пространственное восприятие окружающего мира.

Полученные результаты исследования подтвердили классические теоретические расчеты от теплового нагружения камеры сгорания, но при реализации их через интегрированное приложение APM FEM дополнительно вносится демонстрационный характер, который в практическом использовании невозможно увидеть.

Список литературы:

1. Использование логических операций при моделировании в системе автоматизированного проектирования / Д.Г. Борзов [и др.] // В сборнике: Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского. Сборник научных статей IX Международной научно-практической конференции. Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова. – 2019. – С. 135–140.
2. Поверхностное моделирование и создание анимации оригинальных моделей в системе автоматизированного программного комплекса КОМПАС-3D / Г.В. Карангин [и др.] // В сборнике: IX Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 58-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – 2019. – С. 157–162.
3. Степанова М.В. К вопросу проблемного обучения в вузе при подготовке конкурентоспособного специалиста / М.В. Степанова, В.В. Степанов; Под общей ред. Б.Х. Гайтова // В сборнике: Технические и технологические системы. Материалы восьмой международной научной конференции «ТТС-16». Коллектив авторов; Кубанский государственный технологический университет; Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени А.К. Серова. – 2016. – С. 207–210.
4. Развитие пространственного мышления при создании анимации с использованием автоматизированного программного комплекса / В.В. Степанов // В сборнике: Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей XXVI Международной научно-практической конференции, состоявшейся 15 октября 2019 г. в г. Пенза. – 2019. – С. 178–182.
5. Графическое моделирование как один из факторов развития пространственного мышления курсанта-лётчика / В.В. Степанов // В сборнике: Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 269–272.

УДК 744

**ПРИЕМЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РИСОВАНИЯ
КАК ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ОБУЧЕНИЯ, САМОВЫРАЖЕНИЯ
И ТРАНСЛИРОВАНИЯ МЫСЛИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**



**TECHNIQUES OF SPATIAL TECHNICAL DRAWING AS AN IMPORTANT
ELEMENT OF LEARNING, SELF-EXPRESSION AND TRANSLITERATION
OF THOUGHT IN THE EDUCATIONAL PROCESS**

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

Аннотация. В статье проанализированы и рассмотрены методы приобретения и применения изобразительных приемов при освоении основ инженерной графики курсантами высшего военного авиационного училища. Актуальность проблемы в связи с низким уровнем графической грамотности выпускников школ, абитуриентов.

Ключевые слова: рисунок, трехмерность, проекция, вид, пространственное мышление.

Bugreev S.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
sbug61@mail.ru

Bukatkin R.N.

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

Abstract. The article analyzes and considers methods of acquiring and applying visual techniques when mastering the basics of engineering graphics by cadets of the higher military aviation school, the relevance of the problem due to the low level of graphic literacy of school graduates, applicants.

Keywords: Image, three-dimensionality, projection, view, spatial thinking.

Один из ведущих российских ученых в области авиационно-космической медицины генерал-майор медицинской службы запаса В.А. Пономаренко считает: «Чтобы говорить о летчиках, нужно понять, как ими становятся. Летчик начинается до училища, этот человек изначально есть личность. С колоссальным познавательным интересом, тягой не просто к новому, а необычному новому. С ранних лет он начинает проверять себя – прыгает с вышки, гоняет на мотоцикле, ходит на зверя... Следующий момент – фантазия, исключительно развитое чувство эстетики, красоты. Часто они рисуют, любят краски, присматриваются к небу, облакам, сполохам молний... Ярко выражено стремление раскрыть себя. Из 1000 поступивших в авиационные училища – примерно 600, более половины, именно таковы, их отличает повышенная одаренность» [2].

Известный авиаконструктор А.С. Яковлев в своей книге «Рассказы конструктора» писал: «И еще за одно я очень благодарен школе: там было хорошо поставлено рисование. Рисование вообще было моим любимым предметом. ... В школе я не только научился рисовать, но и прочитал несколько книг по искусству. ... Очень помогло мне в будущем умение рисовать. Ведь когда инженер-конструктор задумывает какую-нибудь машину, он мысленно во всех деталях должен представить себе свое творение и уметь изобразить его карандашом на бумаге» [3]. Пример изображения от руки военно-транспортного самолета ИЛ-76 МД показан на рисунке 1.

Физик Альберт Эйнштейн (1879–1955), характеризуя Исаака Ньютона (1643–1727), писал, что его радость созидания и ювелирная точность проявляются в каждом слове и каждом рисунке.

Графические изображения существовали в России с древних времен. Это перспективные рисунки и планы городов, выполненные на основе глазомерной съемки в условной проекции.

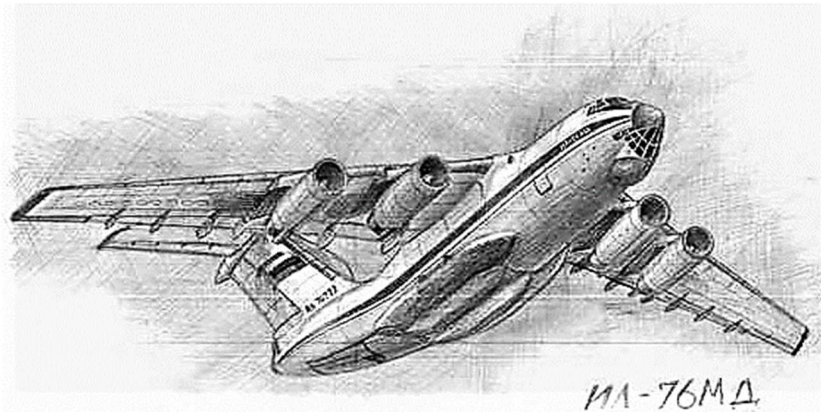


Рисунок 1 – Технический рисунок ИЛ-76 МД

Леонардо да Винчи все свои технические проекты выполнял в так называемой «конической перспективе» от руки. Альбрехт Дюрер, великий немецкий художник, изучал основы геометрии и теории перспективы, учение о правильных многогранниках, теорию кривых линий, предлагал решение некоторых задач древности. Он дал описание правильных геометрических тел, изобразил их развертку. Архимед рассчитывал длины плоских кривых (спираль Архимеда), которые изучаются в разделе «Геометрическое черчение». Греческий ученый Евклид создал элементарную геометрию (Евклид, «Начала»), опирающуюся на ряд аксиом, которые используются в современной математике, начертательной геометрии, проекционном черчении, планиметрии (геометрия плоских фигур) и стереометрии (геометрия пространственных фигур). Все геометрические тела, рассматриваемые нами в черчении, имеют евклидовы параметры (длина, ширина, высота) и существуют в так называемом «евклидовом (трехмерном) пространстве». Накопленные знания по теории и практике изображений пространственных форм на плоскости систематизировал и обобщил французский геометр, инженер и политический деятель Гаспар Монж (1746–1818).

Военному летчику необходимо также развивать и пространственное мышление. Пространственное мышление является одним из важных компонентов структуры профессионально важных качеств летчика и в значительной степени определяет эффективность и надежность летной деятельности. Тренировать пространственное мышление можно используя технику мысленного эксперимента (совершение умственных действий с мысленными моделями реальных объектов), которая предполагает осуществление операций с образами объектов, проигрывание ситуаций в воображении до того, как с ними будут совершены действия в реальном мире. Это умение лежит в основе опережающего отражения действительности и обеспечивает прогнозирование событий (антиципацию). Определяющей характеристикой мысленного экспериментирования является его трехмерность, поэтому очень важно научиться оперированию трехмерными объектами. В этом может помочь методика «Вращение фигур», где предлагается выполнить задания возрастающей сложности. В каждом задании представлена объемная фигура в исходном положении, которую необходимо вращать в уме в задаваемой инструкцией последовательности. Необходимо определить, в каком положении будет находиться фигура по окончании вращения и записать ответ на бумаге. В процессе выполнения заданий используются следующие направления вращения: – вокруг горизонтальной оси – на себя и от себя; – вокруг вертикальной оси – влево и вправо; – вокруг фронтальной оси (т.е., вокруг оси, совпадающей с направлением вашего взгляда на фигуру) – по часовой стрелке и против нее. Количество вращений фигуры постепенно увеличивается и достигает семи. Для правильного решения заданий особое внимание перед началом тренировок необходимо уделить разбору направлений вращения. Например, предлагается повернуть фигуру на 90 градусов от себя, потом на 90 градусов по часовой стрелке, далее на 270 градусов влево, затем на 180 градусов на себя.

Использование макета (рис. 2), отражающего принцип наглядности собранных воедино трех основных плоскостей проекций, помогает выполнить задания по методике «Вращение фигур».

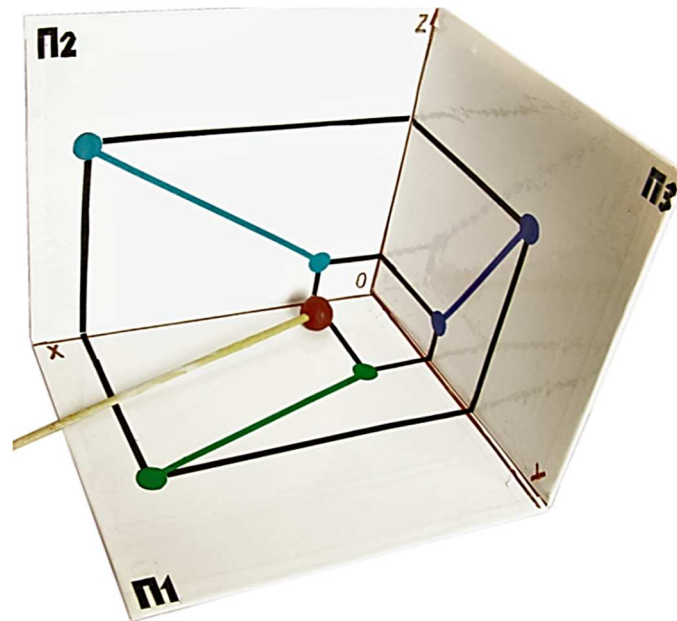


Рисунок 2 – Демонстрационная модель проецирующего аппарата на плоскости проекций

Есть большое различие в восприятии объемно-пространственных объектов, когда они демонстрируются на плоском экране, а когда они материальны и осязаемы. Презентация с моделью динамична, что способствует лучшему пониманию и запоминанию такого узлового понятия, как «трехмерность пространства». Расположение макета с объектами под разными углами зрения к зрителю позволяет понять и лучше запомнить правильное изображение видов на эюре. Для обучающихся со слабой предметной подготовкой без макета чрезвычайно сложно понять механизм аксонометрических проекций. Плюс ко всему, преподавание с использованием красивых и грамотно изготовленных макетов вносит положительный эмоциональный фон в аудиторию.

Когда возникает потребность в построении наглядного изображения узла или детали, сложные формы которого трудно представить себе при чтении чертежа, необходимо выполнить технический рисунок. Когда требуется сделать эскиз с натуры, как предварительное изображение для построения точного чертежа, то эскиз обычно делается от руки, а размеры сначала намечаются глазомерно «на глаз», а затем, только после точных обмеров, обозначаются на эскизе. Нередки случаи, когда задача изображения каких-нибудь сложных деталей или узла со сложными техническими формами, пересечениями или переходами значительно облегчается при выполнении простого изображения (эскизного наброска) этих деталей или узла. В поисках наилучшего конструктивного решения поставленной технической задачи построение нескольких таких изображений – эскизов – обеспечивает выбор наилучшего варианта изображаемой технической формы. Метод работы от руки является наиболее подходящим для построения такого технического рисунка, которое должно отличаться простотой и гибкостью изобразительной техники.

Технический рисунок позволяет сразу увидеть преимущество новых конструктивных усовершенствований и дает основание приступить к переоборудованию или замене отдельных деталей и узлов самолета.

Навыки в рисовании приобретаются путем тренировки, которая должна быть направлена на решение следующих задач: освоению свободного движения руки при рисовании; подчинению движения руки рисующего диктовке глаза.

Чтобы правильно передать форму предмета на плоскости листа, надо научиться определять его пропорции, необходимо уяснить его конструкцию, владеть техническими приемами рисования. Умению «видеть» при рисовании помогает знание законов математики, физики и других наук. Физиологи говорят: человек смотрит не глазами, а мозгом.

Итак, приступая к изучению изображаемого предмета, необходимо установить: из каких главных простейших составляющих элементов (шар, цилиндр, призма, пирамида, конус и др.) составлен изучаемый предмет; взаимное расположение выявленных

фигур относительно друг друга; пропорциональные соотношения размеров фигур, а также расстояние между ними.

Выполнение рисунка по чертежу требует от рисующего умения читать чертеж, то есть представлять форму детали в целом и отдельных ее частей. В процессе чтения необходимо тщательно изучить чертеж, сопоставить на глаз габаритные размеры предмета и соотношение его частей. Вначале определяют на глаз отношения между крайними точками всей детали, а потом намечают размеры каждой отдельной ее части, сравнивая их величины. Таким образом, правила выполнения рисунка детали по чертежу точно такие же, как и при рисовании с натуры.

Рисование сборочной единицы с натуры основано на тех же принципах, что и рисование с натуры отдельных деталей. Прежде чем приступить к построению рисунка сборочной единицы, надо ознакомиться со спецификацией и сборочным чертежом. Разобрать и уяснить взаимосвязь отдельных деталей между собой. Определить назначение каждой детали и запомнить последовательность их соединения между собой. Продумать, какой целесообразнее сделать разрез, с тем, чтобы получить более ясное представление о внутреннем расположении деталей и их взаимодействии. Выбирать аксонометрическую проекцию, в которой сборочная единица будет изображена наиболее наглядно.

Для придания рисунку большей наглядности и выразительности в техническом рисовании применяются условные средства передачи объема с помощью светотеней – оттенения.

Список литературы:

1. Бугреев С.В. Школа рисунка как основа дисциплины «Инженерная графика» / С.В. Бугреев // В мире науки и искусства: вопросы филологии, искусство поведения и культурологии. Сборник статей по материалам 34 международной научно-практической конференции, март 2014 года / СибАК. – Новосибирск, 2014. – С. 134–136.
2. Формирование и развитие профессионально важных качеств у курсантов в процессе обучения в ВВАУЛ / Под ред. В. А. Пономаренко. – М. : Военное издательство, 1992. – 184 с.
3. Яковлев А.С. Рассказы конструктора. – М. : Воениздат МВС СССР, 1950. – URL : <http://militera.lib.ru/memo/russian/yakovlev-as2/index.html>
4. Катранжи Е.О. Основы графических умений. Технический рисунок и черчение: методические рекомендации. – Ялта, 2016.
5. Соловьев С.А. Черчение и перспектива / С.А. Соловьев, Г.В. Буланже, А.К. Шубга. – М. : Высшая школа, 2002.
6. Кузин В.С. Основы обучения изобразительному искусству. – М. : Просвещение, 1977.
7. Тимофеев А.В. Покрышкин. – 2-е изд. – М. : Молодая гвардия, 2005. – 524 с. – Глава V. Кача.

УДК 004.94

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕДАКТОРА UNREAL EDITOR ДЛЯ РАЗРАБОТКИ
МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**



**USING UNREAL EDITOR
TO DEVELOP MULTIMEDIA EDUCATIONAL RESOURCES**

Дейкун Д.Г.

кандидат педагогических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
d.g.deykun@mail.ru

Турчин В.А.

кандидат педагогических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
tyrchin@rambler.ru

Петренко Е.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Доценко М.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования редактора ресурсов для создания игр на игровом движке Unreal Engine при подготовке мультимедийных образовательных ресурсов для их дальнейшего использования в образовательной деятельности вуза.

Ключевые слова: образовательные ресурсы; мультимедийные образовательные ресурсы; инструментальное программное обеспечение; редактор ресурсов.

Deykun D.G.

PhD in Pedagogy Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
d.g.deykun@mail.ru

Turchin V.A.

PhD in Pedagogy Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
tyrchin@rambler.ru

Petrenko E.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Dotsenko M.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The article deals with the use of resource editor for creating games on the game engine Unreal Engine in the preparation of multimedia educational resources for their further use in the educational activities of the university.

Keywords: educational resources; multimedia educational resources; instrumental software; resource editor.

Разработка программных продуктов осуществлять с помощью инструментального программного обеспечения, к которому относятся интегрированные средства разработки, SDK-средства, средства автоматизации разработки программ CASE, интегрированная среда разработки IDE, инструмент wxWidgets и ряд других.

Большой популярностью среди разработчиков 3D приложений сегодня пользуется Unreal Editor, редактор ресурсов для создания игр на игровом движке Unreal Engine, который является средой разработки для создания и редактирования программ с помощью скриптовых конструкций.

Интерфейс программы написан на кроссплатформенной библиотеке инструментов с открытым исходным кодом wxWidgets (базируется на лицензии свободного программного обеспечения LGPL), позволяющим импортировать готовый продукт под операционную систему семейства Linux. Библиотека wxWidgets используется для создания большого количества программного обеспечения, среди которого звуковой редактор Audacity, редактор для программистов CodeLite, ftp-клиент FileZilla, программа для шифрования TrueCrypt, клиент файлообменной сети BitTorrent и многие другие [1].

Несмотря на изначальное предназначение редактора – создание игр, данный редактор с большой эффективностью можно использовать для создания различных обучающих и демонстрационных программ с целью использования их в образовательной деятельности вузов. Считаем возможным, например, использование Unreal Editor для создания наглядных моделей по таким дисциплинам, как «Информатика», «Меха-

ника», «Математическое моделирование», «Аэронавигация», «Авиационное радио-электронное оборудование», «Электрооборудование воздушных судов» и др.

Одним из главных преимуществ редактора является наличие множества инструментов и возможностей самого редактора. Большим плюсом данного редактора является то, что установка дополнительных утилит для качественной работы разработчикам не требуется.

Для разработки программ можно воспользоваться одним из предложенных готовых шаблонов либо создавать программный продукт с «нуля» самостоятельно.

При использовании шаблонов разработчику предлагается выбрать проект (прототип какого-либо действия с уже прописанной логикой и проработанной другими разработчиками графикой), наиболее подходящий для решения поставленной задачи и уже на основе выбранного проекта разрабатывать свой программный продукт.

При разработке программного продукта используется технология WYSIWYG (What You See Is What You Get – что видишь, то и получишь), основанная на отображении создаваемых объектов в процессе редактирования максимально похожими на объект в реальной жизни.

В самом редакторе разработчиками предусмотрен достаточно большой функционал для работы и присутствуют все необходимые настройки, однако для создания профессионального контента, после создания прототипов шаблонными средствами редактора, стоит использовать отдельные программы (например, для полноценной прорисовки 3-d объектов, текстур, создания качественных звуков и т.д.).

В отличие от других средств разработки, в Unreal Editor возможен просмотр работоспособности фрагментов созданной программы непосредственно в редакторе, избегая компиляции программы и времени на ее запуск. Можно использовать отдельный редактор статичных объектов, а редактор анимации использовать для редактирования анимации или изменения расположения созданного нами объекта (человека, транспортного средства и т.д.) (рис. 1).

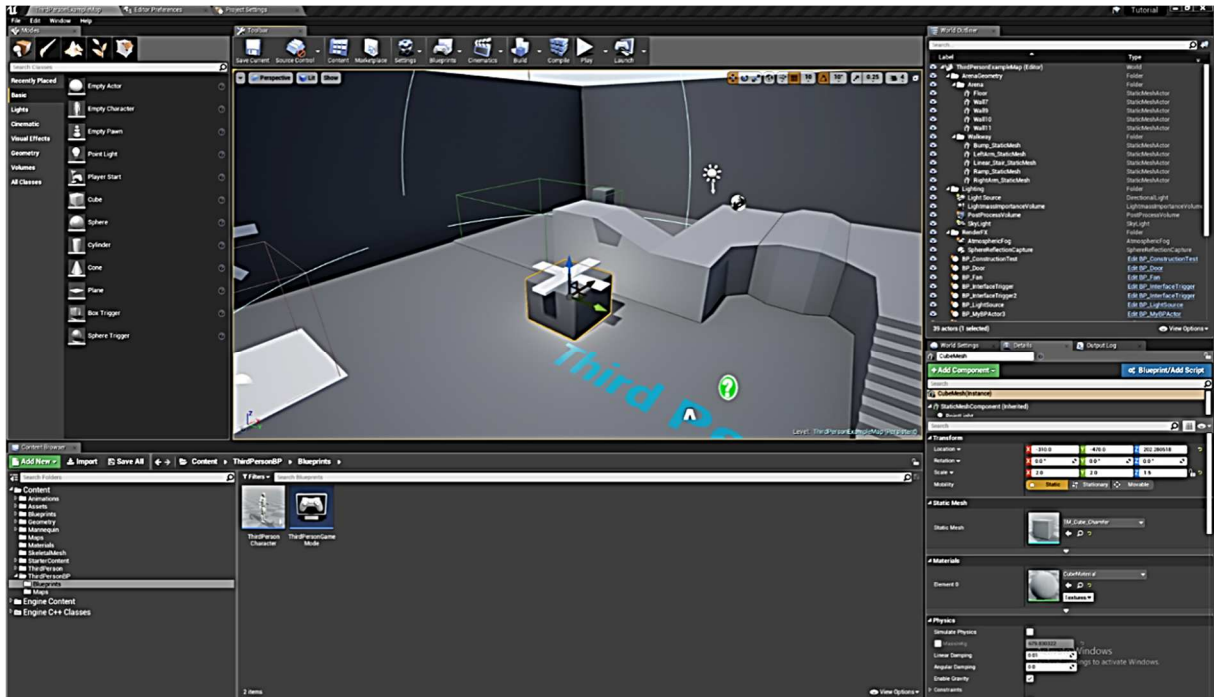


Рисунок 1 – Интерфейс программы Unreal Editor

Все объекты, используемые в разрабатываемом приложении объединены в браузер объектов, что позволяет просмотреть содержимое нашего продукта целиком (например, материалы, текстуры и объекты вместе) в одном списке.

При создании графических образов в редакторе может использоваться, как конструктивная блочная геометрия (технология, используемая в моделировании твёрдых тел и являющаяся способом моделирования в трёхмерной графике и САПР), так и аддитивная геометрия, ускоряющая сборку карты и упрощая создание неба – весь уровень накрывается гигантским куполом с текстурой неба.

Для внесения изменений в созданный продукт используется система с визуальным интерфейсом Blueprint основанная на визуальном программировании. Blueprint позволяет разрабатывать программный продукт с помощью блок-схем – небольших функциональных блоков, соединенных между собой по принципу конструктора, запускающих выполнение задачи при срабатывании некоторого события или в соответствии с прописанными функциями (рис. 2).

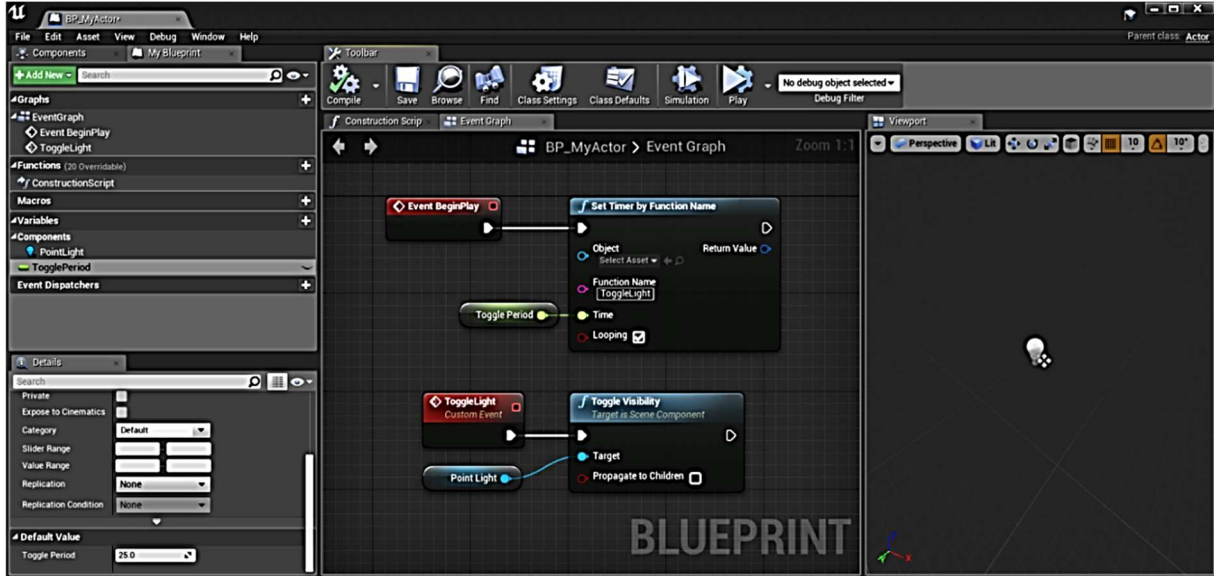


Рисунок 2 – Фрагмент программа, созданный с помощью Blueprint

Blueprint является строго объектно-ориентированным и типизированным языком программирования для разработчиков, желающих сэкономить время разработки и использовать по минимуму язык C++. Однако, при запуске готовой программы происходит компиляция кодов Blueprint на язык C++, и в самой программе используется уже переведенный код на C++ (рис. 3).

```

1  #pragma once
2
3  #include "CoreMinimal.h"
4  #include "GameFramework/Actor.h"
5  #include "Engine/World.h"
6  #include "TimerManager.h"
7  #include "Components/PointLightComponent.h"
8  #include "MyActor.generated.h"
9
10 UCLASS()
11 class AALL_API AMyActor : public AActor
12 {
13     GENERATED_BODY()
14 public:
15     UPROPERTY(VisibleAnywhere, BlueprintReadOnly)
16     class UPointLightComponent* Light;
17
18     AMyActor(): TogglePeriod(25)
19     { Light = CreateDefaultSubobject<UPointLightComponent>(TEXT("Light")); };
20
21 protected:
22
23     UPROPERTY(EditDefaultsOnly, BlueprintReadWrite, Category="Variables")
24     float TogglePeriod;
25
26     virtual void BeginPlay() override
27     {
28         FTimerHandle ToggleTimer;
29         GetWorld()->GetTimerManager().SetTimer( ToggleTimer, this, &AMyActor::ToggleLight, TogglePeriod, true);
30     };
31
32     UFUNCTION(BlueprintCallable)
33     void ToggleLight()
34     { Light->ToggleVisibility();};
35
36 };

```

Рисунок 3 – Фрагмент программы, написанный на языке C++

Для разработчика работать с Blueprint проще, так как невозможно допустить синтаксическую ошибку – подать неправильный тип данных или забыть поставить нужный знак. Ещё блюпринты защищают от вылетов программы. Например, если в C++ попытаться получить доступ к несуществующему объекту, программа вылетит, а в Blueprint просто появится ошибка в логе. Все это возможно в связи с тем, что Blueprint – полноценный инструмент объектно-ориентированного программирования (ООП).

В рамках секции «Информатика» военно-научного общества курсантов в редакторе Unreal Editor была выполнена разработка компьютерной программы демонстрации тактических схем, применяемых летчиком-ассом Трижды Героем Советского Союза А.И. Покрышкиным в воздушных боях во время Великой Отечественной войны. При выборе объекта программирования нами учитывалось не только назначение программы – наглядная демонстрация возможностей компьютерной графика и 3D моделирования при изучении учебной темы «Компьютерная графика» в рамках дисциплины «Информатика», но и военнoproфессиональная направленность обучающихся, межпредметным связям, а также важность военно-патриотическому воспитанию обучающихся.

На первоначальном этапе разработке был изучен обширный список источников, в том числе научные труды самого А.И. Покрышкина [2]. Далее разработана структура программы, составлен алгоритм и определены принципы разработки программы. Структура программы состоит из главной кнопочной формы и 5 подчиненных форм, открывающихся по нажатию на соответствующую кнопку на главной форме (рис. 4).

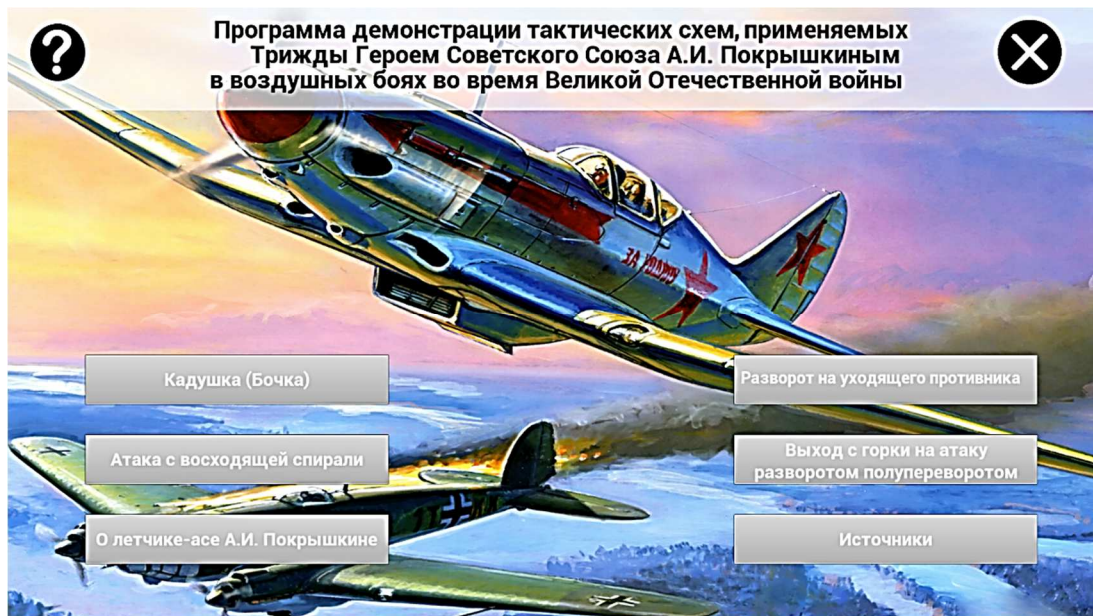


Рисунок 4 – Главное окно программы

Программа демонстрирует такие тактические схемы, как: бочка; атака с восходящей спирали; разворот на уходящего противника Иммельманом; выход с горки на атаку разворотом полупереворотом. Эти тактические приемы и схемы ведения воздушного боя, применялись летчиком-ассом А.И. Покрышкиным, и его боевыми товарищами и соратниками в воздушных боях с асами Люфтваффе во время Великой Отечественной войны.

Поскольку в Unreal Engine есть специальный редактор виджетов – UMG, позволяющий размещать элементы с якорями, то можно создавать блочную верстку, встраивать виджеты внутри других виджетов и так далее. Поэтому в формы с тактическими схемами вставлена анимированная графика, демонстрирующая нужную схему, например, атаку с восходящей спирали (рис. 5).

Имеются в программе и форма со справочной информацией о летчике-асе А.И. Покрышкине (рис. 6), а также форма с перечнем источников, подробно описывающих анимируемые программой тактические схемы, что несомненно позволит заинтересовавшимся ими обучающимся, используя приведенные источники самостоятельно их изучить, а также ознакомиться с жизнью и подвигом И.И. Покрышкина и его боевых товарищей.



Рисунок 4 – Форма демонстрации тактической схемы воздушного боя «Атака с восходящей спирали»



Рисунок 6 – Форма с справочной информацией о А.И. Покрышкине

Считаем, что приведенный пример показывает рабочие возможности и эффективность использования редактора Unreal Engine при подготовке мультимедийных образовательных ресурсов.

Список литературы:

1. Куксон А. Разработка игр на Unreal Engine 4 за 24 часа / Арам Куксон, Райан Даулингсока, Клинтон Крамплер; Пер. с англ. М.А. Райтмана. – М. : Эксмо, 2019. – 528 с. – URL : <https://avidreaders.ru/book/razrabotka-igr-na-unreal-engine-4.html> (дата обращения 30.03.2022).
2. Покрышкин А.И. Тактика истребительной авиации. – Новосибирск : Издательский Дом «Сибирская горница», 1999. – 392 с. – URL : <http://web.archive.org/web/20140203233758/http://scilib-avia.narod.ru/Pokryshkin/Pokryshkin.htm> (дата обращения 30.03.2022).

УДК 378.147, 006.32

**СТАНДАРТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ**



**INFORMATION TECHNOLOGY STANDARDS
IN LEARNING SYSTEMS AND THEIR IMPLEMENTATION**

Сараев И.В.

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

Аннотация. В статье рассматриваются современные стандарты разработки систем электронного обучения, история их создания, примеры использования.

Ключевые слова: электронное обучение, обучающие системы, стандарты, функциональная совместимость.

Saraev I.V.

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

Abstract. The article discusses modern standards for the development of e-learning systems, the history of their creation, examples of use.

Keywords: e-learning, learning systems, standards, interoperability.

Широкое внедрение информационных технологий в различные сферы деятельности и наличие огромного количества разработчиков программного обеспечения ставит проблемы стандартизации на первое место среди факторов успешного развития этой деятельности. В сфере образования проблемы стандартизации применения информационных технологий также активно обсуждаются, международные организации разрабатывают спецификации и стандарты на информационные обучающие системы.

Стандарт – это спецификация, разработанная аккредитованной организацией, занимающейся проблемами стандартизации. Существует ряд международных организаций, работающих в сфере стандартизации, консорциумов и национальных программ, министерств отдельных стран, тесно сотрудничающих в сфере разработки элементов системного подхода к построению систем дистанционного обучения или любых других обучающих систем, функционирующих на базе информационных технологий. Среди этих организаций ведущая роль принадлежит аккредитованному IEEE комитету P1484 LTSC по стандартизации обучающих технологий (Institute of Electrical and Electronic Engineers, Project 1484, Learning Technology Standards Committee); проекту Европейского союза ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe), имеющему целью разработку инструментов и методологий для производства, управления и многократного использования педагогических элементов, разработанных на основе компьютерных технологий; американскому проекту IMS (Educom's Instructional Management Systems), занимающемуся разработкой технологических спецификаций для развития рынка образования; организации американского Департамента Обороны ADL (Department of Defense Advanced Distributed Learning), занимающейся определением требований к обучающим технологиям. Следует отметить, что все разрабатываемые стандарты и спецификации являются нейтральными с точки зрения педагогики, содержания и платформы реализации.

Окончательное рассмотрение и утверждение международных стандартов осуществляется Комитетом ISO/IEC/JTC1/SC36 (International Standards Organization/ International Electrotechnical Committee/ Joint Technology Committee 1, Information Technology/ Learning Technology).

Министерство Обороны США провело предварительное оценивание результатов своего проекта и привело следующие оценки: исследования показали, что использование обучения на базе технологий ADL уменьшают стоимость обучения на 30–60 %; сокращают время обучения на 20–40 %; увеличивают эффективность обучения на 30 %; увеличивают знания студентов и успеваемость на 10–30 %; и повышают эффективность и производительность работы организации. ADL также улучшает соотношение цена/эффективность, распределяя учебные компоненты с помощью сетевых техноло-

гий в физически удаленные места и создавая компьютерные модели дорогих устройств (тренажеры) для подготовки как операторов, так и обслуживающего персонала.

Исследованиями в сфере стандартизации обучающих систем, построенных на основе информационных технологий определены базовые требования, предъявляемые к учебному программному обеспечению. Оно должно быть функционально совместимым (interoperability), многократно используемым, адаптивным, долговечным, физически и экономически доступным.

Основные направления в моделировании обучающих систем, построенных на основе информационных технологий включают:

- 1) архитектуру информационных обучающих систем и общие требования;
- 2) модели учащегося, преподавателя и их взаимодействия;
- 3) разработку учебного содержания;
- 4) формат учебных материалов (данные и метаданные);
- 5) системы управления учебной деятельностью.

Ввиду специфики подходов к обучению в разных странах и учебных организациях некоторые направления до сих пор остаются скорее рекомендациями, чем стандартами.

Инициативная группа ADL (Advanced Distributed Learning) по инициативе Министерства обороны США в 1999 году начала разработку SCORM (Shareable Course Object Reference Model) – промышленного стандарта для обмена учебными материалами. В 2001 году выходит первая версия стандарта SCORM v 1.2, которая начала активно распространяться. Стандарт описывает требования к организации учебного контента и систем дистанционного обучения.

В 2002 году выходит в свет еще один стандарт – IEEE 1484.12.1, который получил название LOM (Learning Object Metadata). Он был разработан совместными усилиями нескольких всемирно известных организаций – разработчиков стандартов IMS, Ariadne и IEEE LTSC. В основе этого стандарта лежит спецификация IMS MD (IMS Learning Resources Meta-Data). IEEE LOM – это стандарт, регламентирующий метаданные учебных объектов, область применения – описание учебных курсов.

С развитием электронного обучения (ЭО) и наметившейся тенденцией перехода его в «облако», стандарт SCORM, пользовавшийся невероятной популярностью, отходит на второй план, так как он не распространяется на облачные технологии. В 2008 году организация LETSI инициирует дискуссию о новой версии стандарта SCORM 2.0. Были собраны требования, которым должна была соответствовать новая версия, однако работа над ней так и не продолжилась. Разработчики SCORM решили не редактировать стандарт, а выпустить новый, ориентированный на облачные технологии. Так началась работа над новым стандартом, который впоследствии был назван TIN CAN API. Эту спецификация получила распространение под названием Experience API (или xAPI), это современная спецификация электронного обучения, которая обеспечивает совместимость и взаимодействие различных программных систем, а кроме того, ведет мониторинг и запись всех учебных действий [9].

Experience API (xAPI) – это техническая спецификация функциональной совместимости технологий обучения, описывающая обмен информацией об активности учащихся. Спецификация состоит из трех документов:

- Часть первая: API Experience.
- Часть вторая: работа с данными API.
- Часть третья: обработка данных, проверка и безопасность.
- Текущая версия спецификации – 1.0.3. Следующая версия спецификации не планируется.

Цели xAPI:

1. Упростить понимание и сравнение опыта обучения и его результатов, записанных в самых разных контекстах, платформах и технологиях.
2. Довести до максимума функциональную совместимость сервисов, которые создают, собирают, хранят и обрабатывают информацию об опыте обучения.
3. Предоставить руководство для тех, кто хочет создавать приложения, соответствующие этой спецификации и реализующие ее.
4. Предоставить критерии, по которым можно проверить соответствие этой спецификации.

Основным преимуществом xAPI по сравнению со SCORM является наличие в новой спецификации описания хранилища учебных записей LRS (Learning Record Store) – инновационной разработки, которая может представлять собой автономную систему или являться частью системы управления обучением.

Пользователь всегда может продолжить обучение с той точки, на которой остановился, причем с любого устройства. С новым форматом можно отслеживать прохождение курсов не только в браузере, но и в мобильных приложениях, AR/VR-симуляторах, чат-ботах, соцсетях. Пользователь может проходить курсы в любое время, даже без подключения к интернету. Благодаря xAPI информация сохраняется на устройстве до восстановления сети.

Использование современного стандарта xAPI позволяет не привязываться ни к устройствам, ни к конкретной платформе системы дистанционного обучения (СДО). Курс можно загрузить на корпоративный сайт или в блог. С другой стороны, с этим связаны определенные сложности. Иногда без системы дистанционного обучения не обойтись. Например, СДО нужна, если обучение предполагает последовательный доступ к контенту. Но многие компании используют системы дистанционного обучения, которые не поддерживают xAPI, и разработчикам курсов приходится вникать в нюансы интеграции между СДО и LRS – хранилищем данных. Иногда пользователи учатся в сервисах за пределами СДО, таких как YouTube, Wikipedia, Coursera. Чтобы получать статистику оттуда, приходится пользоваться специальными «следающими» расширениями в браузере или встраивать YouTube-ролики и Wiki-статьи в СДО через специальный проигрыватель.

Формат xAPI позволяет разрабатывать VR-тренажеры, бизнес-симуляторы, мобильные курсы, которые делают обучение более персонализированным и удобным. Программу обучения можно выстраивать, исходя из расширенной аналитики, а проходить курс – в любое удобное время с любых устройств; xAPI, по сравнению со SCORM, собирает гораздо больше информации о том, как обучаемые проходили курс. К примеру, аналитика покажет, изучение каких тем и слайдов заняло у пользователя больше времени, какие он допустил ошибки, с какой попытки прошел тест, какие вопросы теста вызывали трудности.

Параллельно с развитием социальных сервисов появилась новая тенденция на рынке ЭО – это развитие и распространение MOOCs (Massive Open Online Courses) – массовых открытых онлайн-курсов. MOOCs – это бесплатные онлайн-курсы, которые могут принимать различные формы, разрабатываемые в сфере высшего образования. MOOCs разрабатывались специально как доступные курсы для массового использования. Можно говорить о двух классах таких онлайн-курсов: xMOOC и cMOOC. Первые, xMOOC представляют собой курсы копирующие традиционное обучение с лекциями, семинарами, они предназначены для использования в строго определенном период времени, имеют функцию оценки проделанной работы. Программа для этого класса онлайн-курсов составляется автором курса, и он же определяет цели (результаты) обучения. Такие курсы ориентированы на преподавателя. Онлайн-курсы cMOOC, напротив, позволяют студентам проходить обучение в удобное для них время, они могут устанавливать свой график обучения и изучать интересующий их материал [10, 11].

Многие ведущие университеты предоставляют бесплатные онлайн-курсы – это Открытый Британский университет (проект OpenLearn), университеты Стэнфорд и Беркли, Калифорнийский университет, Массачусетский технологический институт и многие другие. Одним из наиболее ярких примеров является созданный в 2011 г. проект Coursera, который первоначально объединил открытые ресурсы трех крупнейших университетов США и менее чем за год стал лучшим образовательным сайтом 2012 года по версии журнала Time [4].

Курс на использование открытых образовательных ресурсов взяла и наша страна. На сегодняшний день это самая популярная и активно развивающаяся форма электронного обучения, которая позволяет решить задачу бесплатного и массового доступа к качественным учебным курсам [12].

В России ведется активная работа по развитию этого направления. Так, МЭСИ, являющийся активным участником европейского проекта OpenupEd, разработал рамках этого проекта сайт lms.mesi.ru открытых образовательных курсов для массового использования [13]. На уровне высшего образования можно также упомянуть такие ресурсы, как лекции ведущих лекторов России (www.lektorium.tv); открытый виртуальный

университет (diductio.ru); видеоархив МГУ им. М.В. Ломоносова. – URL : media.msu.ru; записи вебинаров в ИНИНФО МГГУ им. М.А. Шолохова; – URL : <http://ininfo.mggu-sh.ru/seminars/seminars-plan-1st-2014>

Таким образом, исходя из конечной цели работы в данном направлении – внедрения промышленной системы электронного обучения, охватывающей весь учебный процесс, можно сформулировать следующие цели процесса стандартизации разработок учебных программ в вузе:

Разработка методик создания такого учебного материала, который мог бы быть опубликован в качестве исполняемых модулей на сервере любой из наиболее распространенных систем управления обучением (LMS) и мог бы работать в комплексе с другими учебными модулями как элемент единого учебного процесса.

Сосредоточение усилий специалистов на разработке смыслового (профильного) содержания учебных модулей и уход от необходимости в значительных навыках системного программирования, которые не являются профилем большинства преподавателей.

Обеспечение преемственности каждой из начинаемых разработок, которое позволит новому участнику быстро продолжить работу над незаконченным учебным материалом, что возможно лишь при соблюдении принятых технических стандартов.

Список литературы:

1. Тихомирова Н.В. Оценка качества E-learning / Н.В. Тихомирова, А.Н. Козлов // Конференция eLearning elements 2014. – М., 2014.
2. Казанская О.В. От дистанционного обучения к электронному / О.В. Казанская // Информационные технологии в образовании. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. – № 1(17). – С. 4–5.
3. Щинов В. Стандарты в электронном обучении. – Ч. 2. AICC. – URL : <http://websoft-elearning.blogspot.ru/2006/11/2-aicc.html> (дата обращения 20.09.2014).
4. Можяева Г.В. Электронное обучение в вузе: современные тенденции развития / Г.В. Можяева // Гуманитарная информатика. – 2013. – № 3. – С. 126–138.
5. Щинов В. Стандарты в электронном обучении. – Ч. 4. IMS и IMS QTI. – URL : <http://websoft-elearning.blogspot.ru/2006/12/4-ims-ims-qt.html> (дата обращения 20.09.2014).
6. Martin Weller. Дилемма централизации в образовательных информационных технологиях// Международный журнал по проблемам систем управления виртуальным и индивидуальным обучением, 1(1), 1–9, январь – март 2010 г. – URL : <http://www.distance-learning.ru/db/el/58E8CB814A81D93AC325789A001FA00F/doc.html>
7. Leonard Greenberg. LMS and LCMS: В чем разница? – URL : <http://www.distance-learning.ru/db/el/B254358DE85FFE70C325723B0032F739/doc.html> (дата обращения 1.10.2014).
8. Niall Sclater. Электронное образование в облаке / Niall Sclater // 10-й международный журнал по проблемам систем управления виртуальным и индивидуальным обучением, 1(1), 10–19, Январь – Март 2010.
9. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг – 2020. – 194 с.
10. 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.
11. 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.
12. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
13. Грошев Р.В. Эволюция органов управления военным образованием / Р.В. Грошев, М.В. Парфенов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 3(7). – С. 14–18.

КВАНТОВЫЕ СТРУНЫ
◆◆◆◆
QUANTUM STRINGS

Колесников В.П.

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

Энсис Е.И.

кандидат психологических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Вовкотруб В.В.

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

Берёзкин Д.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В работе проведен анализ научных теорий, посвященных разработке современной модели мироустройства. Установлено, что существует глубинная связь между «наблюдателем» и объектами микромира. Предлагается метод управляемого воздействия преподавателя на пространственно-временной континуум учебной аудитории с целью ментального конструирования необходимых учебно-методических инструментов для достижения эффективного проведения учебного занятия.

Ключевые слова: пространственно-временной континуум, теория струн, элементарная частица, «фантомный» эффект ДНК, интуитивное мышление.

Kolesnikov V.P.

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

Ensis E.I.

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

Vovkotrub V.V.

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

Berezkin D.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The paper analyzes scientific theories devoted to the development of a modern model of the world order. It is established that there is a deep connection between the observer and the objects of the microcosm. The method of controlled influence of the teacher on the space-time continuum of the educational audience is proposed in order to mentally construct the necessary educational and methodological tools to achieve the effective conduct of the training session.

Keywords: space-time continuum, string theory, elementary particle. The «phantom» effect of DNA, intuitive thinking.

Данная работа посвящена теории струн, как одной из перспективных направлений в создании единой теории поля. Работа призвана расширить представления и знания курсантов о природе мироздания. Последние достижения современной науки давно переросли классические знания и требуют пересмотра образовательных программ. Так, например, основы квантовой физики, которые начали закладываться более ста лет назад и являлись отдельным разделом классической физики, переросли в отдельную дисциплину и, по сути дела, описывают новую многомерную реальность. Термин «квантовый» уже давно проник в другие дисциплины: биологию, психологию, химию и др., открыв для них новые научные направления.

Между тем, изучение квантовой механики в средней школе и высших образовательных учреждениях, кроме специализированных организаций, часто носит формальный характер. Для простого обывателя непонятно, какое отношение имеют экзотические явления микромира к его реальной жизни, к его благополучию. Однако, мир после 2012 года [1] стал квантовым, многомерным, но сознание человека упрямо этого не замечает.

В рамках научно-практических конференций, военно-научной работы и проводимых семинарских занятий с курсантами наметилась тенденция к увеличению доли

научных докладов и статей, посвященным научным открытиям в фундаментальных дисциплинах. Это подчеркивает усилие роли преподавательского состава к приобщению курсантов к освоению фундаментальных знаний с учетом последних достижений в науке и технике.

Одним из таких направлений в науке является «теория струн». Наш интерес к ней обусловлен тем, что в рамках этой теории идет создание единой теории поля, т.е. объединение известных четырех законов: гравитации, электромагнетизма, ядерных и слабых ядерных взаимодействий во всеобщий закон. И вместе с тем установить роль самого экспериментатора («наблюдателя») на ход экспериментальных исследований.

Теории струн удалось преодолеть известные трудности, связанные:

1) с наличием сингулярности в известных законах, Кулона и Ньютона, вызванных точечным зарядом и точечной массой, в которых потенциал соответствующих полей стремится к бесконечности;

2) невероятно большим числом элементарных частиц, классификация которых по типу таблицы Менделеева для химических элементов представляет значительные трудности.

Возникновение теории струн относится к семидесятым годам двадцатого века. Но все началось с того, как в 1968 году физик-теоретик Габриэле Венециано, изучая сильные взаимодействия в атомном ядре между протонами и нейтронами, использовал бета-функцию. Эта функция была разработана швейцарским математиком Леонардом Эйлером для описания интегралов в математическом анализе. Оказалось, что эта функция удачно описывала характер взаимодействий внутри ядра. Однако, Венециано не понимал, почему она работает [2].

Физический смысл этой функции смогли установить ученые из США – Йоширо Намбу, Леонард Сасскинд и Дании – Хольгер Нильсен. Они предположили, что элементарные частицы могут быть не точками, а одномерными вибрирующими струнами. Поскольку они микроскопические, то будут выглядеть как точечные частицы, а поэтому не будут влиять на результаты экспериментов. Сильное взаимодействие для таких объектов уравнения Эйлера описывали идеально. Первый вариант теории струн назвали бозонным, так как он описывал струнную природу бозонов, ответственных за взаимодействия материи, и не касался фермионов, из которых материя состоит. В результате в начале 1970-х годов появилась теория струн [3].

Струнная теория.

Теория струн – это направление теоретической физики, изучающее динамику взаимодействия объектов не как точечных частиц, а как одномерных протяженных объектов, так называемых, квантовых струн. Теория струн сочетает в себе идеи квантовой механики и теории относительности, поэтому на ее основе, возможно, будет построена теория гравитации.

В основе струнной теории лежит идея о том, что удивительное разнообразие субатомных частиц, составляющих Вселенную, подобно нотам, по которым можно сыграть мелодию на скрипичной струне, или на мембране, натянутой, скажем, как кожа барабана. Это не совсем обычные струны и мембраны, их существование обеспечивается в десяти- и одиннадцати мерном гиперпространстве.

Разработчики струнной теории утверждают, что, если бы наука располагала супермикроскопом, то вместо точечной частицы, как традиционно физики рассматривали электроны, ученые увидели крошечную вибрирующую струну, способной вибрировать с разной частотой.

Если коснуться струны, то частота ее вибраций изменится, и она превратится в другую субатомную частицу, например в кварк. Коснись её еще раз, и она превратится в нейтрино. В этом лежит объяснение разнообразия субатомных частиц, иначе говоря, в различии по высоте тона звуковых колебаний струны. Итак, в основе всего разнообразия субатомных частиц лежит струна, «кирпичик» вселенной.

Отсюда следует, что законы физики, являются законами гармонии для струн. «Законы химии – это мелодии, которые можно сыграть на этих струнах. Вся Вселенная представляет собой божественную симфонию для «струнного оркестра». Теория струн описывает элементарные частицы как нити энергии, у которых есть один размер – длина. Их назвали *квантовыми струнами*» [4, с. 57].

К настоящему времени струны ещё не обнаружены, но на основе математической модели квантовой струны уже сформулировали ее свойства:

- 1) квантовые струны бывают открытые и закрытые;
- 2) квантовые струны имеют натяжение;
- 3) квантовые струны вибрируют;
- 4) квантовые струны перемещаются в 11 измерениях.

Рассмотрим эти свойства.

1. У открытых струн их концы являются свободными, тогда как у закрытых струн их концы замыкаются друг на друга, образуя петли. Струны постоянно «открываются» и «закрываются», соединяются с другими струнами и распадаются на более мелкие струны. Замкнутые струны отвечают за создание массы, а значит, за гравитацию, разомкнутые – за электромагнетизм.

2. Натяжение струн в пространстве возникает в результате появления разницы в энергии у закрытых струн между сомкнутыми концами, а у открытых струн – между концами струн и пустотой. Эту пустоту физики называют двумерными гранями измерений, или бранами от слова мембрана.

3. Колебания квантовых струн сходны с колебаниями струн балалайки, с равномерными волнами и целым числом минимумов и максимумов. При вибрации квантовая струна не издаёт звука, в масштабах элементарных частиц нечему передавать звуковые колебания.

4. Поначалу предполагалось, что квантовая струна перемещается в пространстве с 26 измерениями! В более поздней теории число измерений сократилось до одиннадцати, и состоит из десяти пространственных и одного временного измерений. Квантовая струна имеет чрезвычайно малые размеры порядка 10–33 сантиметров. Для сравнения размер ядра атома водорода составляет порядка 10–13 сантиметров, что являлось объяснением незаметности дополнительных измерений.

При таких невообразимо малых размерах объектов нет никаких оснований на проведение экспериментальной проверки.

На сегодняшний день единственной теорией, которая может объяснить все многообразие сил, управляющей Вселенной, является струнная теория, последним воплощением которой является М-теория. Она объединяет различные струнные теории. Буква «М» может означать слово «мембрана» или «mystery (тайна)» [4, с. 173].

В новой теории струн, М-теории, или теории мембран, (она появилась в 1995 году) элементарным кирпичиком мироздания стало двумерное образование, поверхность, образующая, например, тор или цилиндр. Из таких экзотических объектов, напоминающих мыльные пузыри можно сформировать всю вселенную. В этой теории разработаны также объекты с трехмерной поверхностью – трибрана, на которой в многомерном пространстве, находится наш трехмерный мир. Оказалось, что вокруг браны простираются другие измерения, которые могут иметь большие и даже бесконечные размеры. А если это так, то почему же мы их все-таки не замечаем?

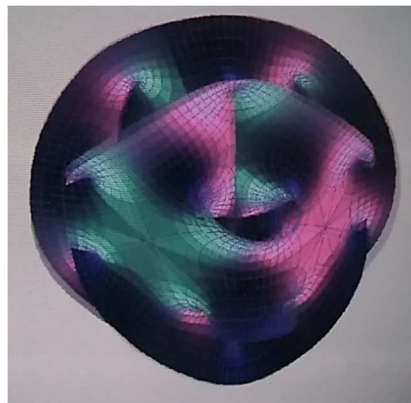


Рисунок 1 – Модель браны

Предполагается, что все частицы и поля как бы привязаны к бране («локализованы»), поэтому мы не можем «прощупать» другие измерения, поскольку туда просто-напросто почти ничего не проникает. Издалека объёмный предмет будет казаться плоским: водопроводная труба покажется лентой, а воздушный шарик – кругом. Даже если мы могли бы увидеть объекты в других измерениях, мы бы не рассмотрели их многомерность. Этот эффект учёные называют компактификацией.

Подводя итоги рассмотрению основных положений теории струн, выделим следующие положения.

1. Кирпичиками мироздания являются квантовые струны, разная частота которых проявляется в виде разных элементарных частиц.

2. Струны постоянно размыкаются и замыкаются и обмениваются энергиями с другими струнами.

3. Квантовые струны существуют в 11-мерном измерении. Дополнительные измерения, начиная с пятого измерения, свернуты в неуловимо малые формы пространства и времени, поэтому мы их не видим.

Анализ этих трех пунктов говорит о том, что для наблюдения рассмотренных объектов наблюдатель должен настроить воспринимающий орган на очень высокий частотный диапазон. Он способен воспринимать только то, что резонирует с его воспринимающими органами. Элементарный расчет дает следующий результат для частоты колебаний квантовой струны:

$$v = c / L = 3 \times 10^8 / 10^{-35} = 3 \times 10^{27} \text{ Гц.}$$

Здесь c – скорость света, L – длина струны. Отсюда следует, что частота колебаний квантовой струны находится в далекой зоне гамма-излучения, невидимой глазом.

Между тем, классические эксперименты с фотонами, электронами и другими элементарными частицами при изучении их прохождения препятствий с двумя прорезями (явление дифракции) показывают, что они ведут себя или как частицы, или как волна. Для объяснения результатов эксперимента ученые склоняются к мнению, что намерение (сознание) экспериментатора (наблюдателя) влияет на результат эксперимента [5, с. 164]. Это значит, что его намерение, а значит, мысль является причиной этих явлений.

Еще в 60-е годы прошлого века была сформулирована теорема Белла, которая утверждает: если некоторая объективная Вселенная существует и если уравнения квантовой механики структурно подобны этой Вселенной, то между двумя частицами, когда-либо входившими в контакт, существует некоторый вид нелокальной связи.

Все доквантовые модели мира, включая теорию относительности Эйнштейна, предполагали, что любые корреляции (взаимозависимости) требуют связей бесконечного поля. Между тем, теорема Белла показывает, что сознания людей не отделены друг от друга, и все они являются частью бесконечного поля, посредством которого обмен информацией происходит мгновенно [6].

Если мысль рассматривать как волновой процесс, частота которого соответствует приведенным расчетам, тогда у наблюдателя есть способность влиять на квантовые струны, менять ее частоту, трансформируя один вид частицы в другой.

Наличие такой возможности у наблюдателя удостоверяет эксперимент русского физика Владимира Попонина. Исследуя свойства живой ДНК, он, получил уникальный результат. В исследовательской камере, из которой удалили воздух, изучалось распространение и поляризация световых волн, которые двигались в случайных направлениях. Затем в камеру поместили живую (человеческую) ДНК. Оказалось, что присутствие ДНК структурировало световые волны. Иначе говоря, обладая мощным полем ДНК строго выстроило пространство вокруг себя. После этого он удалил ДНК из камеры и снова измерил характеристики частиц света – фотонов. Следовало бы ожидать, что фотоны вернуться к случайному порядку, однако выяснилось, что они сохраняли прежнюю структуру. Это похоже на то, как если бы после удаления магнита, структурировавшего магнитные опилки, они сохранили бы форму магнитного поля. Это явление получило название «фантомный эффект ДНК», однако пока не нашло своего объяснения [7].

Метод Сетевой интуиции

При проведении занятия по учебной дисциплине, как правило, формируется программа занятий, ориентированная на курсанта со средними способностями. Для курсантов, располагающих способностями ниже средних это программа может вызвать заметные трудности в ее освоении. С другой стороны, она может явиться стимулом для ее овладения. Для курсантов со способностями выше среднего уровня, она будет тормозить их развитие. В этой связи необходим дифференцированный подход. Однако он усложняет работу преподавателя поскольку требует дополнительных затрат: специаль-

ных программ, разработку новых методик, которые за то же время обеспечивали бы реализацию поставленной учебной цели.

С какими собственно трудностями сталкивается преподаватель при обучении курсантов.

1. Восприятие информации: неполнота воспринимаемой информации;
 - ошибки в восприятии информации; неадекватность воспринятой информации;
 - низкая скорость восприятия.
2. Запоминание информации и ее воспроизведение.
3. Обработка информации: мышление, анализ, сравнение, сопоставление, умозаключение и т.д.

Помимо этих существует еще один недостаток, на который не обращают должного внимания. Это дискретность мышления. В силу особенности работы сознания, которое функционирует не непрерывно, а с частотой 40 раз в секунду, оно то включается, то отключается. Американский ученый Хеймрофф отмечает: «Спонтанное «схлопывание» микроканалцев сорок раз в секунду создает «момент сознания». Наше сознание не непрерывно, это последовательность моментов «О-о!». Сознание – это вид «маховичка» с собачкой,двигающегося по колесу космического времени, это последовательность моментов «сейчас»: сейчас, сейчас, сейчас ... [8, с. 230].

В результате непрерывный поток информации дробиться на части, между которыми возникают пробелы информации. Отсюда следует, что мир, в котором живет человек, дискретен, и существует в виде отдельных вещей, а не в виде потоков, плавно перетекающих из одного состояния в другое.

В этой связи автор работы «Дао физики» [9, с. 323] задается вопросом: «Почему мы размышляем о вещах, а не о процессах в этом абсолютном потоке. Потому что закрываем глаза на последовательные, перетекающие друг в друга события. Благодаря искусственности подхода мы расчлняем поток изменений на отдельные сечения и называем их вещами... Если мы познаем истинную сущность вещей, то осознаем и всю абсурдность нашего подхода, при котором отдельным продуктам непрерывного процесса уделяется такое внимание, как если бы они были чем-то вечным и действительно существующим. Жизнь – это не вещь и не состояние вещи, а непрерывное движение, или изменение».

Чем определяется именно такая частота схлопывания микроканалцев? Этот параметр един для всех людей или меняется в зависимости от ментально-эмоциональных особенностей человека? Эта частота может меняться от человека к человеку и зависит от уровня его сознания. Как было показано в работе [10, с. 82] для людей, стремящихся к духовному совершенствованию, их частота мозговых волн достигает диапазона гамма-волн (100 Гц и более) а сознание в ходит в режим состояния тотальной осознанности. Все показатели ментальной деятельности (восприятие, память, мышление), а отношение к внешнему миру, который будет восприниматься не как набор физических объектов, а как сложная сеть взаимоотношений различных частей единого целого.

Основываясь на выше приведенные экспериментальные результаты, мы можем заключить, что сознание человека, находясь в тесной взаимосвязи с окружающими его объектами может управляемо влиять на объективную реальность. Основным инструментом такого влияния является инструменты сознания – его намерение, его мысль. От того, какую окраску будет иметь эта мысль: позитивную или негативную, структура пространства приобретет гармоничную картину, направленное на созидание или, в противном случае – на разрушение.

Для преодоления отмеченных выше трудностей, связанных с неадекватным восприятием информации, предлагается наряду с традиционным способом обучения с помощью передачи информации визуально и вербально (наглядно-физический), воспользоваться ментальной способностью преподавателя ментально формировать необходимую пространственную структуру (полевую, голографическую) аудитории как дополнительного инструментария для поддержки и проведения учебного процесса. При этом с передачей информации физическим путем синхронно осуществляется образное или голографическое его сопровождение, формируемое мыслью и излучаемое нейронной системой головного мозга преподавателя. Важным условием такого процесса является наличие способностей преподавателя к образному мышлению, а также

способности курсантов к интуитивному восприятию этой информации, что позволит преодолеть недостатки, присущие физическому восприятию.

Рассмотрим этот процесс подробнее. Представим себе, что имеется группа курсантов, обладающих высокой интуицией. При условии, что сам преподаватель обладает интуицией и хорошим образным мышлением, то изложение учебного материала вербально и визуально будет подкрепляться на уровне его интуитивного или образного мышления

С точки зрения *нейрофизики* нейронная система головного мозга преподавателя будет формировать квантовое поле, в зоне действия которого окажется каждый курсант учебной группы. В силу явления индукции в нейронных сетях головного мозга курсантов будет наведен электрический сигнал, который сформирует свое локальное квантовое поле, адекватное полю преподавателя. Наложение всех полей участников учебного процесса будет корректироваться и управляться в соответствии с параметрами его квантового поля. Наложение этих полей (интерференция) создаст результирующее поле, где информация будет перетекать от одного курсанта к другому, поддерживая непрерывность процесса обучения. Необходимое условие такого обучения – когерентность полей каждого участника процесса, достоинство – отсутствие потери информации, адекватность полученной информации исходной быстрая ее передача.

Если учебная группа курсантов неоднородна по способностям и уровню подготовки, тогда формируются несколько подгрупп в соответствии с их уровнем сознания и типом мышления. В этом случае важную роль играет использование правильной рассадки курсантов. В работе [11, с. 26] предложена шеренговая рассадка курсантов, которая предполагает их размещение, согласно уровня сознания и типа мышления.

Важная роль в этом процесс отводится подгруппе курсантов с высоким уровнем интуиции, которая будут выполнять роль буфера обмена энергией и информацией между преподавателем и другими группами курсантов. Роль этой подгруппы будет состоять в максимальном сближении характеристик энерго-информационных полей для согласованной работы всех групп. В процессе взаимодействия подгрупп и при активном участии преподавателя, обеспечивающего процесс энергией и осуществляющего его корректировку, согласованность между подгруппами будет постепенно расти. По мере наработки командного навыка расхождение в характеристиках полей будет уменьшаться, а качество командного навыка в группе будет расти. В результате реализуется принцип: что знает каждый курсант, то становится достоянием всех остальных, причем мгновенно.

Вывод.

1. В работе проведен анализ научных теорий, посвященных разработке современной модели взаимоотношений преподавателя и ученика в процессе обучения
2. Установлено, что существует глубинная связь между «наблюдателем» и объектами реального мира
3. Предложен метод управляемого воздействия преподавателя на пространственно-временной континуум учебной аудитории с целью ментального конструирования необходимых учебно-методических инструментов для достижения эффективного проведения учебного занятия

Список литературы:

1. Новые тенденции в науке / И.В. Беляев [и др.] // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 60-й годовщине полета Ю.А. Гагари на в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 570 с.
2. URL : <http://peteryabiikov.ru/string-theory>
3. URL : salik.biz/articccles/69233-teoriya-strun-na-palccah.html
4. Мичио Каку. Параллельные миры. Об устройстве мироздания, высших измерениях и будущем Космоса / Мичио Каку; Пер. с англ. – М. : ООО Издательство «София», 2008. – 416 с.
5. Гриббин Джон. В поисках кота Шредингера. Квантовая физика и реальность. – М. : РИПОЛ классик, 2018. – 352 с.
6. URL : <https://webmaster.yandex.ru/siteinfo/?site=FB/ru>
7. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.

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 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.
10. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
11. Грошев Р.В. Изменения в порядке организации и осуществления образовательной деятельности по программам высшего образования / Р.В. Грошев, Д.И. Лютов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 4(8). – С. 167–170.
12. Грошев Р.В. Военно-образовательная политика СССР второй половины XX века в контексте подготовки летных кадров / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 2(2). – С. 91–97.

УДК 004.94

**К ВОПРОСУ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА
ДАННЫХ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ**



**ON THE IMPLEMENTATION OF DATA MINING IN INTELLIGENT
INFORMATION SYSTEMS FOR DECISION SUPPORT**

Зейн Видад

аспирант,
Кубанский государственный технологический университет
mvs4967@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

Савицкий Ю.А.

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

Аннотация. Каждое малое и среднее предприятие, желающее быть конкурентным на рынке продвижения услуг, встречается с необходимостью обработки данных из различных источников с целью разработки управляющих решений производственными и информационными процессами. Эти вопросы хорошо решаются с помощью интеллектуальных информационных систем на платформе СППР.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные системы поддержки принятия решения, управленческие решения, интеллектуальный анализ данных, многомерные системы.

Vidad Z.

Graduate Student,
Kuban State Technological University
mvs4967@mail.ru

Stepanov V.V.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Technological University
vvs04367@mail.ru

Stepanova M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
mvs4967@mail.ru

Savitsky Yu.A.

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

Abstract. Every small and medium-sized enterprise wishing to be competitive in the market of services promotion is faced with the need to process data from various sources in order to develop management solutions for production and information processes. These issues are well solved with the help of intelligent information systems on the DSS platform.

Keywords: intelligent information systems for decision support, management decisions, data mining, multidimensional systems.

В жизни часто возникают ситуации, когда людям необходимо принять важное решение в условиях недостаточной или неопределенной информации. В настоящее время эти вопросы эффективно рассмотрены в системе поддержки принятия решения (СППР), которые представляют собой компьютерные и программные комплексы (экспертные системы), аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях. Исторически экспертные системы были родоначальниками СППР, которые с самого начала привлекли внимание пользователей.

При принятии управленческих решений на различных этапах управления производственными и технологическими системами возникает проблема обработки и анализа большого объема разнородных данных, которые могут быть многомерными и различной природы.

При принятии решения, таким образом возникающих задач на практике, используются системы поддержки принятия управленческих решений. В последнее время наиболее эффективными наработками являются интеллектуальные информационные системы поддержки принятия решения (ИИСППР) сфера принятия которых весьма широка. ИИСППР – представляют собой автоматизированную компьютерную сеть обеспечивающая аналитику данных с построением математической модели предложенного развития событий. Интенсивное увеличение объемов информации поступающей и пе-

перерабатываемой способствует значительному росту потребности в способах и методах ее анализа не только путем автоматизации процесса обработки, но и анализа полученных данных, и, как следствие интеллектуализации информационных систем, что непосредственно связано с проблемами развития коммуникативных способностей управленческих систем, возможностями обработки произвольных запросов в диалоге и интеллектуальными информационными системами (ИИС) на языке приближенном к естественному, проведением альтернативных суждений, эффективных методов интеллектуальных технологий и многое другое.

На текущий момент времени опубликовано достаточно много работ по ИИСППР, значительное количество их внедрено непосредственно в производство. Тем не менее, остается большое количество нерешенных проблем в этой области. В частности, недостаточно полно представлена информация о способах и методах решения проблемных ситуаций обеспечивающих их быстрое освоение, модели анализа чувствительности, которые эффективно используются для предоставления ответов на ситуацию «что, если?», не в полной мере проработаны механизмы оперативной аккумуляции новых знаний и т.д.

Особенности и характерные признаки интеллектуальных информационных систем поддержки принятия управленческих решений привело к необходимости проведения анализа их основных признаков, которые формируются практически около одного функционала, ассистируя лицу принятия решения (ЛПР) в осуществлении решений, при этом используются новые инструменты, технологии по отношению известных ранее разработанных систем ППР.

Для примера рассмотрим обобщенную архитектуру современных ИИСППР, учитывая, что за последнее время накопилось столько данных и знаний в различных предметных областях, что становится затруднительным их обработать. В работе [2] отмечается, что как показали теоретические исследования для эффективного функционирования интеллектуальных информационных систем необходимо решить ряд проблемных вопросов, связанных с представлением, хранением, обработкой и использованием знаний. Рассмотрим усовершенствованную обобщенную архитектуру наиболее изученной ИИСППР.

Как видно из рисунка 1 архитектура современных СППР состоит из блоков ввода данных (БВД), блока поиска данных (БПД), валидатора, одной или нескольких баз знаний (БЗ), хранилища данных (ХД), подсистемы конфигурирования (БК, БПР), базы методов (БМПР), нейросети, Деревья решений, ГА, БАЗ, графики, ответы, импорт, эксперт.

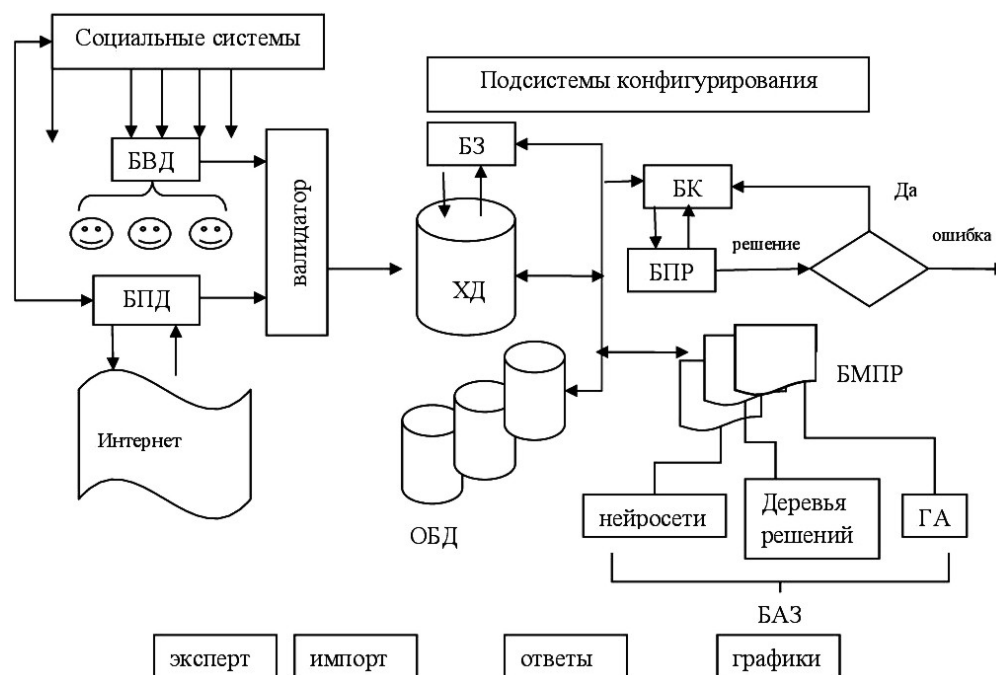


Рисунок 1 – Обобщенная структура современных СППР

Как отмечают авторы, наиболее важным элементом в архитектуре СППР является валидатор, который проверяет, «очищает» найденные или введенные пользовате-

лем данных (БПД). Принцип построения валидатора можно найти в [3] и более детально познакомиться с оставшимися блоками.

Известно, что СППР возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных [2], использующие методы информационного поиска, интеллектуальный анализ данных (ИАД), поиск знаний в БД и БЗ, имитационное моделирование, генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование, добычи данных (Data Mining) и оперативного анализа (OLAP), что и является необходимыми компонентами ИСППР.

Обобщив выше сказанное можно смело утверждать, что ИСППР – это система поддержки принятия решений, использующая современный инструментарий Data Mining, моделирования и визуализации, обладает дружелюбным (G)UL, устойчивым по качеству, интерактивна и гибка по настройкам, отличается широкими возможностями внедрения в различных предметных областях. Поскольку в этой работе в основу положена интеллектуализация процессов, следует дать более детальное определение термину ИНТЕЛЛЕКТ – это понимание, познание, разум, что естественно отличает его от всех других живущих на земле. Целенаправленное преобразование знаний, базирующихся на современном интеллектуальном анализе данных (ИАД), включающий запоминание, получаемое в процессе обучения, использование опыта и адаптация к различным ситуациям.

Особое место в ИИСППР занимает ИАД, который предусматривает систему подходов и методов, направленных на выявление или добычу («раскопку») данных – Data Mining. Такая система не генерирует правильные решения, и предоставляют пользователю данные в форме удобной для их изучения и последующего анализа. Главное отличие этого метода в том, что в нем предусмотрена способность к саморазвитию, выражающаяся в образовании новых решений непредусмотренных исходной задачей. Таким образом, можно сделать заключение, что если функционирование любой системы в большей степени зависит от эффективности управления сложными объектами (многомерные, многосвязанные системы), характеризующиеся большим числом взаимодействующих элементов, то в этой ситуации целесообразно использовать многопараметрические модели не только изучаемых объектов эволюционирующих во времени, но и учета взаимодействия их с окружающей средой.

В связи с этим возрастает роль автоматизации процессов, выработки управленческих решений, которые ориентированы на задачи поддержки принятия решений (ИСППР) в режиме «советника» или когнитивного агента.

Для наиболее высококачественной работы в ИИСППР используют интеллектуальный анализ данных, который опирается на теории нейронной сети, нечеткой логики, эвристических и генетических алгоритмов, деревьев решений и т.д. В процессе извлечения и обнаружения закономерностей, особенно в больших объемах данных, включающих способы и методы машинного обучения (с учителем и без учителя) на основе обобщенного правила или функций, определяющих принадлежность ситуаций классам, которым обученная система пользуется при интерпретации новых знаний (ситуаций). Здравый смысл подсказывает, что интерпретированные новые знания, обуславливающие принятие правильных решений и на основе этого выдавать верные предложения, основанные на логическом мышлении и накопленном опыте. Возникает ситуация, формирующая базу знаний (БЗ), которая впоследствии автоматически корректируется по мере накопления реальных полученных в результате ситуационного опыта, что очень важно при решении задач классификации и прогнозирования.

Для оперативного анализа данных в ИАД нашло свое применение OLAP-технологии и многомерные системы управления базами данных, при этом данные хранятся в различных источниках, несвязанных между собой БД, хранилища событий, файлы, системы статистики, быстрые хранилища. В таком объеме материала прячется все то, что важно в эффективном управлении информационных технологиях и в бизнес процессах, которые в ИИСППР имеют первостепенное значение. В этом плане технология OLAP обладает наиболее быстрыми технологиями принятия правильных решений в режиме реального времени.

Интеллектуальная информационная система принятия решений ориентирована на представление агрегатных данных необходимых для последующих выборов из исходного набора для последующего анализа. Например, таблицы, диаграммы, графики.

Используя сегментирования исходных данных формируют из них многомерные наборы данных под названием «гиперкубы» или «метакубы», где по осям откладываются атрибуты, а в ячейки – агрегируемые данные (количественные). По осям откладываемые атрибуты организуются в виде иерархий различного уровня и детализации. Вследствие такой технологии пользователь получает инструментарий, позволяющий формировать сложные запросы, генерировать отчеты, создавать подмножества данных. На основе этого, согласно Э. Кодду был сформулирован тест быстрого анализа разделяемой многомерной информации, включающий основные требования к приложениям для многомерного анализа.

Рассмотрим как устроен оперативный анализ данных в OLAP и многомерных системах управления БД, и попробуем ответить на вопрос как получить информацию необходимую для принятия решения при сборе данных из различных источников, обработать и ее проанализировать. Данные в этом случае организованы в виде трехмерной модели куба, в котором оси отслеживают параметры, на их пересечениях находятся данные, а пользователь, выбирая нужный параметр, получает информацию по разным измерениям.

Например, для продажи осями куба могут быть товары, регион, частота покупки и т.п. (рис. 2).

	Краснодар	Минск	Тула
Напитки	10000	2000	1000
Зерно	5000	500	250
Мясо	5000	500	200

Рисунок 2 – Многомерная модель данных

Организованные таким образом данные позволяют строить гипотезы, выявлять причинно-следственные связи между параметрами различных источников, получать информацию по разным измерениям в кратчайшее время, что является одним из самых важных требований ИИСППР.

В общем виде структура OLAP выглядит следующим образом:

1. Источники данных – реляционные или многомерные базы данных, хранилище данных.
2. OLAP – сервер, управляющий многомерными массивами данных.
3. Приложения, которые формируют отчеты, графики, диаграммы для пользователей.

Таким образом, ИИСППР, использующая технологии OLAP не есть программный продукт, а является частью комплекса. Интенсивный рост количества информации ориентирует ИСППР на использование облачных технологий.

Список литературы:

1. Прокопенко Н.Ю. Системы поддержки принятия решений : учеб. пособие / Н.Ю. Прокопенко; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2017. – 188 с.
2. Ключко В.И. Архитектуры систем ППР / В.И. Ключко // Научный журнал КубГТУ. – Краснодар, 2013. – № 86(02).
3. Степанов В.В. Применение технологии экспертной системы при построении интеллектуальных систем поддержки принятия решений / В.В. Степанов, К.М. Липин, М.В. Степанова // В сборнике: VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, по-

- священная 57-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. КВВАУЛ им. А.К. Серова. – 2018. – С. 150–155.
4. Степанов В.В. Некоторые аспекты программного комплекса *сrm* в системе поддержки СППР / В.В. Степанов, К.М. Липин, М.В. Степанова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 3. – С. 335–340.
 5. К вопросу использования метода симплекс – планирования в определенной предметной области / В.В. Степанов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 172. – С. 66–81.

УДК 378.147

СОВРЕМЕННЫЕ МОДЕЛИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ОБУЧАЕМЫХ В ВУЗАХ



MODERN MODELS OF PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION
OF STUDENTS IN UNIVERSITIES

Исаев Г.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Божко С.В.

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

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования проблемы развития профессионального самоопределения обучаемых вузов и пути ее решения. Профессиональная деятельность специалиста с высшим образованием приобретает новые приоритеты, связанные с технологическими инновациями в экономике. Рынок труда требует от современного специалиста высшего профиля владения широким спектром ключевых компетенций, что связано с переориентацией спроса на новые умения и изменения организации труда. Одним из показателей профессиональной подготовки специалиста становится его адаптивность в социуме, которая слабо формируется узкоспециализированными научно-техническими дисциплинами. Как результат – меняются требования к подготовке специалиста, появляются новые направления подготовки.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение, многоуровневая система, функциональная модель, сопровождение.

Isaev G.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Bozhko S.V.

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

Abstract. The article discusses the results of the study of the problem of the development of professional self-determination of university students and ways to solve it. The professional activity of a specialist with a higher education acquires new priorities related to technological innovations in the economy. The labor market requires a modern specialist of the highest profile to possess a wide range of key competencies, which is associated with the reorientation of demand for new skills and changes in the organization of work. One of the indicators of professional training of a specialist is his adaptability in society, which is poorly formed by highly specialized scientific and technical disciplines. As a result, the requirements for specialist training are changing, new areas of training are emerging.

Keywords: professional self-determination, multi-level system, functional model, support.

На современном этапе развития нашего общества высшее образование способствует инновационному и экономическому развитию путем создания баланса между спросом рынка труда и подготовкой кадров. В соответствии с государственными образовательными стандартами нового поколения одной из основных задач высшего образования становится подготовка высококвалифицированных специалистов к профессиональному росту и построению собственной карьеры [1]. Подготовка специалистов такого уровня требует поддержки развития профессионального самоопределения обучаемых как длительного процесса формирования их субъективного отношения к профессиональной деятельности [2].

Педагогическое сопровождение профессионального самоопределения абитуриентов и обучаемых как поддержка в выборе направления обучения, направленности будущей деятельности, самореализации личностного потенциала в профессии, развитии профессионального самосознания становится особенно важным при многоуровневой структуре высшего образования, где на каждом уровне этот процесс имеет свои особенности [3].

На каждом уровне современного высшего образования педагогическое сопровождение профессионального самоопределения имеет свои особенности, которые связаны с возможностями профессионального развития: выбором будущей профессиональной деятельности, специализации, научных интересов [4]. На уровне бакалавриата студенты получают базовое техническое образование по выбранному направлению

подготовки, которое предоставляет широкие возможности трудоустройства и выбора профессиональной деятельности за счет отсутствия узкой специализации.

Магистратура позволяет получить более узкую специализацию, учитывающую текущую потребность рынка труда и широкий спектр альтернатив научно-исследовательской, практической или преподавательской работы в выбранном направлении профессиональной деятельности. На уровне аспирантуры профессиональные интересы акцентируются на исследовании актуальных вопросов в выбранной области современной науки, что требует ориентации в научно-технических проблемах, инновационных методах исследования и проектно-исследовательской деятельности [1].

Современное состояние проблемы педагогического сопровождения профессионального самоопределения при многоуровневом образовании указывает на необходимость детального изучения данного процесса и разработки функциональной модели педагогического сопровождения профессионального самоопределения обучаемых вузов [2].

В условиях многоуровневого образования вуза особенно актуальной является проблема развития профессионального самоопределения обучаемых, что требует научно обоснованного и методически организованного педагогического сопровождения данного процесса [4].

Системный подход использовался для определения системообразующих элементов педагогического сопровождения профессионального самоопределения и установления связей между ними.

Компетентностный подход позволил выделить цель, задачи и функции педагогического сопровождения, определить его содержание, организацию и оценку в процессе профессиональной подготовки; обосновать условия развития профессионального самоопределения и его сопровождения.

Диверсификационный подход применялся при проектировании содержательных и процессуальных компонентов педагогического сопровождения: обоснования новых видов деятельности в системе высшего технического образования; введения новой формы организации профессионального самоопределения; обоснования внедрения педагогического сопровождения в процесс профессиональной подготовки.

Личностно-деятельностный подход использовался при выделении личностных факторов профессионального самоопределения обучаемых; определении условий построения образовательной траектории в системе высшего образования; проектировании дополнительных элементов педагогического сопровождения.

Согласно системному подходу в педагогике подготовка будущих специалистов вуза представляет собой сложноорганизованную систему тесно взаимосвязанных субъектных и процессуальных составляющих, объединенных в иерархическую структуру.

Целью этой системы является развитие компетентного специалиста в сфере, требующей технических знаний, а ее субъектами выступают работодатель, преподаватель и студент. Работодатель определяет профессионально важные качества и умения востребованного специалиста. Преподаватель разрабатывает образовательные программы, включающие содержание, средства и методы, необходимые для создания организованного, целенаправленного и преднамеренного педагогического влияния на формирование профессионала с заданными компетенциями. Обучаемый, осваивая теоретические знания и практические умения, формирует объективное видение профессиональной действительности и субъективное понимание реализации полученных знаний при определении им своего места в профессии.

Процессуальная составляющая общей системы высшего многоуровневого технического образования представляет собой форму организации обучения, построенной на поэтапном усвоении социально-гуманитарных, естественно-математических и технических знаний и способов формирования субъектной профессиональной позиции посредством развития профессионального самоопределения обучаемых. Поэтому педагогическое сопровождение профессионального самоопределения можно рассматривать как подсистему общей системы высшего образования, которая решает задачи формирования эмоционально-мотивационного отношения обучаемых к обучению и профессиональной деятельности.

Основными механизмами изучения педагогического сопровождения профессионального самоопределения являются принципы моделирования и проектирования, основанные на принципах демократизации. Они реализуются при предоставлении субъектам педагогического процесса определенных свобод для саморазвития, саморегуляции, самоопределения, самообучения и самовоспитания.

Принцип моделирования предполагает создание модели педагогического сопровождения профессионального самоопределения в высшем многоуровневом образовании, позволяющей выделить этот процесс из общей системы профессиональной подготовки, спрогнозировать его задачи и особенности для разных уровней рекурсий профессионального самоопределения, проанализировать взаимодействие элементов и построить его оптимальный образ на основе саморазвития, саморегуляции и самовоспитания обучающихся.

Принцип проектирования позволяет определить совокупность мероприятий педагогического сопровождения, способствующих формированию профессиональной культуры обучающихся, развитию у них профессионально важных качеств, умений и навыков.

Так как компетентностный подход определяет цель, задачи и позволяет оценить результат педагогического сопровождения профессионального самоопределения, его основные принципы (системность, прагматизация, связь теории и практики, профессиональная целесообразность) следует рассматривать как наиболее оптимальные условия содержания данного процесса.

Взаимообусловленность содержания и процессуальных компонентов педагогического сопровождения профессионального самоопределения обеспечивает поддержку в развитии направленности обучающихся на конечные результаты подготовки, целостном развитии профессиональных и личностных качеств и основывается на принципах фундаментализации и уровневости.

Принципы личностно-деятельностного подхода: информированность, функциональность, учет адаптационных процессов, мобильность, профессиональная направленность в педагогическом сопровождении профессионального самоопределения – влияют на совершенствование профессиональной подготовки инженеров и позволяют спроектировать дополнительные элементы.

Перечисленные научные подходы и принципы составили методологическую основу разработанной нами функциональной модели педагогического сопровождения профессионального самоопределения студентов технических вузов.

Анализ психолого-педагогической научной литературы и функций сопровождения профессионального самоопределения студентов технических вузов позволил нам в дальнейшем определить модель данного процесса как схему, блоки которой соответствуют основным составляющим рекурсий профессионального самоопределения в рамках педагогического процесса высшего технического образования.

Функциональная модель педагогического сопровождения профессионального самоопределения обучающихся вузов включает следующие блоки: научно-целевой (подходы, цель, функции и задачи), содержательный (когнитивный, рефлексивный и результативный компоненты), диагностико-корректирующий (диагностирующий и оценочный компоненты), оценочно-результативный и блок организационно-педагогических условий.

Все составляющие ее элементы: цель, задачи, содержательные и результативные компоненты – имеют связи между собой и законы взаимодействия, что позволяет спрогнозировать развитие процесса самоопределения по уровню познавательных и практических действий, а также выделить когнитивный, рефлексивный и результативный компоненты.

Педагогическое сопровождение профессионального самоопределения обучающихся разворачивается в многоуровневой системе высшего технического образования и отражается в формировании образовательных потребностей обучающихся через осознание им конечной цели обучения каждого уровня – бакалавриата, магистратуры, аспирантуры [1]. При этом уровень профессионального самоопределения абитуриента является ее исходным показателем, а результатом – осознанный выбор направления подготовки или профессиональной деятельности.

Научно-целевой блок содержит три компонента: научные подходы; цель и функции педагогического сопровождения профессионального самоопределения обучающихся.

Так как цель является основой модели и определяет содержание всех педагогических составляющих [1], то первым и наиболее значимым элементом модели сопровождения профессионального самоопределения обучаемых вузов является целевой компонент. Целью педагогического сопровождения профессионального самоопределения студентов технических вузов является развитие компетентности профессионального самоопределения субъектов педагогического сопровождения (абитуриентов, студентов, магистров, аспирантов) [4].

Педагогическое сопровождение профессионального самоопределения реализуется через целевые (информационная, направляющая) и инструментальные (развивающая, психолого-педагогической поддержки, аналитическая, технологическая) функции.

Цель и функции реализуются в содержательном, диагностическо-корректирующем и оценочно-результативном блоках. Содержательный блок включает когнитивный, рефлексивный и результативный компоненты.

Когнитивный компонент предполагает целенаправленное становление системы знаний о выбранной профессиональной сфере, динамике инженерных профессий, профессионально важных качествах, особенностях профессиональной деятельности, специальностях и должностях, научно-технической литературе. Он направлен на формирование теоретических знаний о мире инженерных профессий в целом:

- осознание подразделения мира профессий технического профиля по предмету и целям труда, орудиям производства;
- знание общетрудовых и общепроизводственных понятий (культура труда, трудовая дисциплина, принципы планирования производства, структура и организация предприятия, принципы оплаты);
- знание особенностей выбранной профессиональной деятельности и отдельных смежных с ней профессий, особенностей выбранной профессии, способов совершенствования профессионализма и профессионально важных качеств [3].

Рефлексивный компонент связан с расширением профессионального сознания и самореализации в профессиональной деятельности, анализом личного ресурса. Он способствует осознанию и развитию профессионально важных качеств личности инженера, соответствующих типу профессиональной деятельности, и включает формирование профессиональной направленности, развитие характерологических особенностей, познавательных интересов и мотивации выбора профессии [1].

Результативный компонент предполагает формирование следующих навыков карьерного проектирования: осуществление выбора, постановка цели и составление программы действий для ее достижения, продуктивное включение в профессиональную деятельность, работа с источниками профориентационно значимой информации, анализ вариантов продолжения образования, дифференциация внешних и внутренних факторов выбора профессиональной деятельности, использование личного ресурса и имеющегося опыта.

Диагностико-корректирующий блок включает диагностирующий и коррекционный компоненты и позволяет проанализировать результаты педагогического сопровождения профессионального самоопределения в условиях многоуровневого образования.

Задачей диагностического компонента является мониторинг результатов уровня развития профессионального самоопределения субъектов педагогического сопровождения на разных этапах высшего технического образования, определение эффективности методов педагогического сопровождения профессионального самоопределения.

Коррекционный компонент в педагогическом сопровождении направлен на обеспечение осознанного профессионального самоопределения, определение и совершенствование форм и методов развития способностей обучающихся продуктивно включаться в профессиональную деятельность, профилактику и предупреждение кризисов профессионального выбора. Основной задачей компонента является формирование навыков карьерного проектирования и умений анализировать имеющиеся варианты профессионального роста, в том числе и продолжения образования [1].

Оценочно-результативный блок позволяет определить эффективность педагогического сопровождения профессионального самоопределения.

В ходе теоретического исследования профессионального самоопределения на основе анализа отечественных авторов были выделены критерии (когнитивный, деятельностный, личностный) и их показатели, в соответствии с которыми охарактеризо-

ваны уровни (низкий, средний, высокий) профессионального самоопределения субъектов педагогического сопровождения.

Блок организационно-педагогических условий педагогического сопровождения профессионального самоопределения обучаемых вузов содержит разработанные нами в процессе исследования организационно-педагогические условия реализации модели:

1) формирование у абитуриентов и обучаемых мотивации к развитию профессионального самоопределения;

2) использование в педагогическом сопровождении активных и интерактивных образовательных технологий, стимулирующих процесс профессионального самоопределения обучаемых технических вузов и способствующих развитию профессионально важных качеств инженера;

3) подготовка преподавательского состава к работе по сопровождению профессионального самоопределения обучаемых технических вузов, включающей освоение преподавателями приемов организации профориентации обучаемых в ходе профессиональной подготовки, изучение динамики профессий, требующих инженерных знаний, и их востребованности на современном рынке труда, ознакомление с особенностями профессионального самоопределения студентов.

Таким образом, предлагаемая функциональная модель педагогического сопровождения профессионального самоопределения обучаемых вузов характеризуется прагматичностью, целостностью и динамичностью, а ее реализация с учетом последних достижений педагогической науки и вузовской практики способствует повышению эффективности процесса сопровождения профессионального самоопределения, что было показано в ходе педагогического эксперимента.

Список литературы:

1. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний» : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
2. 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.
3. 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.
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 : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
5. Грошев Р.В. Подготовка военных кадров во второй половине XX века / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 3(3). – С. 25–33.
6. Грошев Р.В. Периодизация военного образования отечественных военно-воздушных сил / Р.В. Грошев // Военно-исторический журнал. – 2018. – № 11. – С. 50–56.
7. Лукашенко Д.В. На пороге прорыва: проблемы и векторы развития образовательных систем / Д.В. Лукашенко, Р.В. Грошев // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2018. – № 9. – С. 6–10.
8. Грошев Р.В. Организационно-педагогические условия развития отечественной системы образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 2(6). – С. 117–121.

УДК 52

ВО ВСЕМ ПРИСУТСТВУЮТ ПОЛЮСА
◆◆◆◆
THERE ARE POLES IN EVERYTHING

Колесников В.П.

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

Энсис Е.И.

кандидат психологических наук,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Фролов П.Ю.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Хоанг Нгок Туен

Республика Вьетнам
kvvaul@mil.ru

Аннотация. На примере рассмотрения действия закона единства и борьбы противоположностей в физических процессах, изучаемых по курсу: физика исследуется возможность разработки методов для развития как духовно-личностных качеств курсанта, так его профессиональных компетенций.

Ключевые слова: Вселенная, элементарная частица, полярность, квантовое поле, сознание.

Kolesnikov V.P.

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

Ensis E.I.

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

Frolov P.Yu.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Hoang Ngoc Tuen

Republic of Vietnam
kvvaul@mil.ru

Abstract. By the example considering the operation of the law of unity and the struggle of opposites in physical processes studied in the course: physics, the possibility of developing methods for development of both the spiritual and personal qualities of a cadet and his professional competencies is investigated.

Keywords: Universe, elementary particle, polarity, quantum field, consciousness.

В условиях быстро меняющегося мира и ломки отживших представлений о нем особую значимость приобретает выработка эффективных критериев оценки происходящих процессов и правильности их понимания. От этого зависит как успешное развитие духовно-личностных качеств курсанта, так его профессиональных компетенций.

Процесс познания себя курсантом и окружающего мира, что одинаково важно, тогда обретает осознанную цель, правильный смысл и пользу для развивающегося ума, когда изучаемый объект (специальность, дисциплина, закон, явление и т.д.) познаётся в его развитии и целостности.

Процессы функционирования мира регулируются диалектическими законами, которые утверждают, что развитие мира – это результат взаимодействия пар противоположностей, полюсов, скрытых в тонкой материи.

Диалектическими противоположностями являются одновременно взаимно-исключающиеся и взаимно-предполагающиеся друг друга стороны того или иного целостного, изменяющегося предмета (явления, процесса) [1]. Взаимодействие между ними приводит к поэтапному (постепенному) развитию противоречия и через борьбу противоположностей к их окончательному разрешению.

Противоречие представляет собой определённый тип взаимодействия различных и противоположных сторон, свойств тенденций в составе той или иной системы или между системами, процесс столкновения противоположных стремлений и сил [1].

Процессы познания мира с одной стороны и познание субъекта своего внутреннего мира с другой стороны отличаются тем, что динамика развития внутреннего мира субъекта скрыта от него, тогда как внешнего мира видна. Поэтому самопознание нуждается в большем внимании со стороны преподавателей, которым необходимо про-

ецировать рассматриваемые законы и процессы физического мира на внутренний мир учащегося, на правильность им выработанных методов познания этих законов. Его нравственный и интеллектуальный рост подчиняется тем же диалектическим законам, что действуют в физическом мире.

Рассмотрим действие этого закона в физическом мире и покажем, как его применение в изучении своего внутреннего мира может помочь в разрешении возникающих противоречий в его интеллектуальном и нравственном росте.

Каждый объект материального мира содержит в себе два плюса. Этот принцип мы находим везде. Рассматриваем ли атом, состоящий из положительного ядра и отрицательного электронного облака или магнит с северным и южным полюсом – все объекты от мельчайших размеров до гигантских образований имеют два противоположных полюса.

Согласно определению, *полярность* (от лат. *polaris* – ось вращения) – наличие выделенного направления, в переносном смысле противопоставление двух сущностей [2].

Полярность скрывается не только в магнетизме, но и гравитации. Это атрибут энергии, имеющийся повсюду. Всегда существуют две разновидности энергии, которые действуют друг против друга, создавая пространственную реальность. Сама физическая материя является одним полюсом реальности, духовная материя (не проявленная) – другим.

Полярность в физике

Рассмотрим ряд примеров проявления полярности в точных науках, преимущественно физике и астрофизике.

Все объекты нашего физического мира от самых крошечных – элементарных частиц до самых масштабных – галактик, вселенных обладают полярностью. Свойства материи – полярность проявляется в физическом мире. Но есть в науке такой феномен как вакуум, который является источником всего того, что перечислено выше и что наполняет видимую вселенную. Ученые считают, что в вакууме нет частиц, а есть поля, разных качеств: электромагнитные, пионные и др., нулевые (нет частиц) колебания которых дают квант энергии для рождения элементарных частиц, например, электронов и позитронов. Они получили названия *виртуальных* (возможных). Время жизни их очень мало, около 10^{-21} секунды, после чего они опять исчезают. Их нестабильность обусловлена тем, что их вращательный момент – *спин*, наличие которого создает их устойчивость в физическом мире, равен нулю. [3, с. 93].

Заслуживает внимание, с нашей точки зрения, взгляд на этот феномен философских воззрений древних мыслителей [4, с. 97]. Они считали, что физический мир проявился из «пустоты». Он сам невидим, потому что каждый его объект состоит из позитивной и негативной половинок. Их взаимная компенсация приводит объект к равновесию, полной неподвижности, и значит, делает его не проявленным. С другой стороны, когда объект обретает форму его можно увидеть и ощутить благодаря тому, что он выпал из единства, где прежде пребывал в равновесии. Он, потеряв равновесие, будет стремиться к его восстановлению, что означает безостановочное движение, которое наблюдается со всеми объектами нашего мира. Нет ничего, что не совершало бы какого-либо движения. Остановка движения хоть на миг превратило любой объект в энергию и возвращение в «пустоту». Таким образом, «движение» – одна из основных характеристик четырехмерного мира. И действительно, все объекты как самые крошечные частицы, например, кварки, бозон Хиггса («частица Бога»), так и объекты космического масштаба: галактики, вселенные, совершают определенный вид движения.

«Механизм полярности создан для того, чтобы частица могла уравновесить саму себя, а способность двигаться дает возможность под действием энергетического поля притянуться к частице с противоположной полярностью, чтобы создать нейтральное равновесие» [5, с. 291].

Отсюда следует понимание того, как происходит заполнение квантовых состояний электронами в атоме. Пока не будет реализовано нейтральное равновесие на данном энергетическом уровне, следующий (более высокий) уровень не будет заполняться. Если рассматривать строительство электронных оболочек с позиции квантовой механики, то один из принципов, который регулирует этот процесс, является принцип Паули: *в системе одинаковых электронов (фермионов) любые два из них не могут одновременно находиться в одном и том же квантовом состоянии.*

Этот принцип основывается на свойстве неразличимости тождественных частиц. Поэтому пара электронов занимает энергетический уровень с противоположно направленными спинами для обретения равновесия.

Напомним, что спин – *это собственный неуничтожимый механический момент импульса*. Он не связан с движением электрона в пространстве. В классической механике в качестве модели вращающегося электрона используется «волчок». Его вращение осуществляется относительно выбранного направления в пространстве, и происходит либо по направлению часовой стрелки, либо против часовой стрелки. Таким образом, принцип Паули есть следствие более глубокой закономерности – наличия в материи, заложенной в ней полярности.

Такой же механизм проявляется в случае, если на внешней оболочке атома (валентная оболочка) имеется третий, не скомпенсированный электрон (например, с положительным направлением). Это заставит атом искать другой атом с третьим лишним электроном, имеющим противоположную направленность, т.е. отрицательную. Что и подталкивать такие атомы к соединению с другими атомами с образованием химических соединений. Таким образом, и в первом, и во втором примерах системы обретают нейтральное равновесие.

Свойство полярности также проявляется в явлении сверхпроводимости. В этом явлении, возникающем при низких температурах, также имеет место объединение электронов в пару. Такое объединение получило название *куперовская пара*. Электроны, входящие в такую пару, имеют противоположно направленные спины, поэтому их суммарный импульс равен нулю и, и они представляют собой бозон, который подчиняется статистике Бозе-Эйнштейна. При этом следует заметить, что расстояние между ними в четыре раза больше межатомного расстояния. Для облегчения объединения их в пары кулоновское отталкивание ослабляется экранирующим действием положительных ионов решётки, и в результате электронно-фононного взаимодействия возникает слабое притяжение.

В отличие от электрона фотон имеет целочисленный спин, это значит, что он внутренне уравновешен и может находиться с другими фотонами в одном и том же состоянии, т.е. он с ними не взаимодействует. Фотон имеет более высокую степень симметрии, чем электрон.

Следует отметить, что для любой пары противоположностей всегда существует третье уравнивающее начало. Его задача – осуществить адаптацию полюсов друг к другу. Например, в конденсаторе отрицательный заряд одной пластины и положительный заряд другой отделены диэлектрическим слоем. В атоме его устойчивость реализуется за счет компенсации силы притяжения электронного облака к ядру центробежной силой. Если уравнивающее начало по каким-то причинам не обеспечивает равновесие, тогда возникает разрушительный процесс.

Поддержание мира в состоянии разделения на взаимодействующие противоположные полюсы, находящиеся все время в динамике поиска устойчивого равновесия и есть источник движущейся силы эволюции. Показателен здесь символ, используемый в восточной философии для отражения этого явления. Он представляет собой круг, разделенный волнистой линией на две части: положительную (ян) и отрицательную (инь). При вращении круга, каждая из половинок устремляется друг за другом в вечном движении и реализует возможность их совместного существования. Они фундаментально разделены, но не отделено друг от друга. Примечательно, что внутри каждого полюса всегда имеется зерно противоположного полюса. Это говорит о том, что в каждом полюсе заложено зерно противоположного полюса и что при определенных условиях этот полюс может трансформироваться в противоположный. Например, отклонение маятника от равновесного положения на некоторый угол в положительную сторону в потенциале будет содержать возможность его отклонения в противоположную сторону, отрицательную сторону. Если пытаться разъединить полюса, например, отрезать один полюс от другого, то в каждом из них тут же возродится из недр его противоположность. Поэтому уничтожить противоположный полюс невозможно [6, с. 14].

Противоречивый путь развития человека (курсанта) обусловлен нарушением равновесия полюсов и преобладанием одного над другим в данный период его движения. Скорее всего, это колебательный процесс, как, например, периодическая смена настроений или возрастание и угасание интереса к любимому делу. Здесь важно чтобы был контролирующий фактор, который не допускал бы разрушительного воздействия

на психику курсанта в результате борьбы противоположностей. Таковым фактором с нашей точки зрения является сознание человека.

Необходимо понимать, что воспитание в себе позитивных качеств должно идти по пути:

- 1) прежде всего, фиксирования наличия противоречия;
- 2) определения полюсов, для которых наметилось противоречие;
- 3) установление равновесия между ними.

Борьба за искоренение отрицательного качества не есть правильный подход. Противоположные полюсы – необходимое условие движения и развития. Ведь существование электрического тока в цепи предполагает наличие, как отрицательного полюса, так и положительного полюса. Без одного из них тока просто не будет.

Каждый из полюсов есть антипод другого полюса, поэтому тщательное изучение одной стороны полярности есть одновременное познание другой.

Например, замечено, что курсанты проявляют неумеренную активность на переменах, а на занятии ее снижают. Между тем, должно быть наоборот. На перемене необходимо помолчать, восстановить силы, может быть, подытожить результаты предыдущего занятия и настроить себя на последующее. На самом же занятии настроить себя на разговор с преподавателем, где предстоит держать ответ на поставленные преподавателем вопросы. Итак, между *молчанием* и речью должно быть равновесие. Разговор идет о том, что практика наработки молчания автоматически развивает умение правильно разговаривать и находить верные ответы. Овладение особенно искусством молчания, останавливает ненужный эмоционально-ментальный поток, высвобождая место для интуиции и творческой деятельности. При этом одновременно корректируется образ речи. Это значит, что, работая с одной из сторон полярности, мы затрагиваем и другую сторону, наряду с ростом творческой активности мышления развивается и речь. Это подход работает и с другими парами противоположностей

Полярность в космосе.

Изучая структуру нашей Галактики, ученые отмечают, что отличительной её чертой являются спиральные рукава, но они не понимают, за счет чего поддерживается её форма. Парадокс состоит в том, что согласно законам небесной механики, области вблизи центра галактики и находящиеся на периферии должны вращаться с разной скоростью с уменьшением её от центра к периферии. Это привело бы к диссипации (рассеянию) энергии на периферии, и она бы отставала от центра. На самом деле и те и другие области вращаются с одинаковой скоростью, и галактика сохраняет свою форму и устойчивость. Ученые объяснили этот феномен на основе разработанной ими теории волн плотности (60 годы XX века) [7].

С нашей точки зрения на проблему устойчивого функционирования галактик можно посмотреть иначе. В 1965 г. доктор Джон С. Белл сформулировал свою знаменитую теорему (Теорема Белла): «если некоторая объективная Вселенная существует и если уравнения квантовой механики структурно подобны этой Вселенной, то между двумя частицами, когда-либо входившими в контакт, существует некий вид нелокальной связи» [3, с. 89].

Тщательную проверку положения этой теоремы провел выдающийся физик Дэвид Бом. Согласно Дэвиду Бому, в квантовом поле сохраняется постоянная связь между взаимодействующими объектами. Причем скорость обмена информацией бесконечно большая. Это создает условия для когерентной взаимообусловленной деятельности участников процесса, что, собственно, характерно для квантовых явлений, в которых коллективное поведение объектов структуры в определенном смысле носит сознательный характер. Многократную экспериментальную проверку подтвердил доктор А. Аспект.

В качестве средства такой связи должна служить информация, по мнению доктора Джека Сафатти. А известный физик доктор Э.Г. Уокер посчитал, что таковым является «сознание». Оно и передвигается быстрее скорости света и объединяет систему воедино. Согласно академику Г.И. Шипову носителем информации являются торсионные поля. Это обеспечивает связь центра не только со всеми объектами самой Галактики, но и с центрами других галактик.

Вывод.

1. Активность материи четырехмерного пространства, проявляющаяся в ее непрерывном движении, связана с наличием полюсов в каждом её объекте и требующем обеспечения его равновесия.

2. В связи с большим числом факторов, оказывающих воздействие на изучаемые объекты наличие в них полюсов (в нашем случае элементарные частицы), не всегда проступает на видимую поверхность и поэтому часто игнорируется, однако их роль велика.

3. Овладение навыками разрешения противоречий есть необходимое условие для совершенствования своей личности и перехода на более высокий уровень сознания и выработки профессиональных компетенций.

Список литературы:

1. URL : <https://webmaster.yandex.ru/siteinfo/?site=infourok.ru>
2. URL : <https://webmaster.yandex.ru/siteinfo/?site=ru.m.wikipedia.org>
3. Тихоплав Т.С. Физика веры / Т.С. Тихоплав, В.Ю. Тихоплав. – СПб. : ИД «ВЕСЬ», 2003. – 256 с.
4. Капра Фритьоф. Дао физики. Общие корни современной физики и восточного мистицизма. – М. : Издательство «София», 2008. – 416 с.
5. Кэрролл Ли. Двенадцать слоев ДНК: Эзотерическое исследование внутреннего мастерства. – М. : ООО Книжное издательство «София», 2016. – 320 с.
6. Энтони Мертон. Введение в теософию. Тонкие планы. – М. : Издательство «Велигор», 1998. – 240 с.
7. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
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 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.
10. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
11. Грошев Р.В. Эволюция органов управления военным образованием / Р.В. Грошев, М.В. Парфенов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 3(7). – С. 14–18.
12. Грошев Р.В. Изменения в порядке организации и осуществления образовательной деятельности по программам высшего образования / Р.В. Грошев, Д.И. Лютов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 4(8). – С. 167–170.
13. Грошев Р.В. Военно-образовательная политика СССР второй половины XX века в контексте подготовки летных кадров / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 2(2). – С. 91–97.

УДК 53

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ УСТРОЙСТВЕ ВСЕЛЕННОЙ



THE DEVELOPMENT OF IDEAS ABOUT
THE STRUCTURE OF THE UNIVERSE

Колесников В.П.

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

Энсис Е.И.

кандидат психологических 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

Кусумкулов Э.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище лётчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В работе представлено аналитическое рассмотрение развития представлений об устройстве Вселенной. Приводятся современные научные теории об устройстве мироздания, что расширяет знания учащихся и формирует целостное представление об его устройстве.

Ключевые слова: Вселенная, пространства, время, темная материя, синтез знаний, фрактальное мышление.

Kolesnikov V.P.

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

Ensis E.I.

PhD in Psychological 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

Kusumkulov E.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
kvvaul@mil.ru

Abstract. The paper presents an analytical review of the development of ideas about the structure of the universe. Modern scientific theories about the structure of the universe are presented, which expands the knowledge of students and forms holistic view of its structure.

Keywords: Universe, space, time, dark matter, gravitational waves, synthesis of knowledge, fractal thinking.

Неуклонный рост образовательного уровня курсанта невозможен без освоения фундаментальных, универсальных знаний. Для реализации этой цели наиболее востребованным является использование метода синтеза знаний и понимания фрактальности устройства мироздания [1, 2]. При этом педагогические техники, основывающиеся на синтезе знаний, должны включать в себя работу с такими категориями как сознание человека, дискретность мышления, ментальный поток и единство мироздания [3]. Осмысление всех взаимосвязей между знанием, пониманием, осознанием, характеристиками пространства и времени позволит не только адаптировать сознание курсанта к восприятию пространственно-временного континуума при возрастающей роли фактора взаимообусловленности в физических процессах, но и постичь смысл законов Вселенной. А также учесть важную роль астрофизического влияния на психофизику сознания человека с целью различения законов трехмерной действительности и многомерной квантовой реальности в связи с усиливающимся проявлением свойств последней [4, 5].

Современная научная и научно-популярная литература об устройстве и свойствах Вселенной, часто пестрит такими заголовками как «множественность миров», «параллельные миры», «струнная теория» и т.д. Современный инструментарий астрономов и космологов позволяет заглядывать в глубины космоса на многие миллионы световых лет.

Есть еще одно название для них – «тонкие» миры. Возможно, к ним относятся миры А. Фридмана или Н. Козырева. Они недоступны физическому восприятию, по-

сколько пространство этих миров свернуто, и никакая связь с ними невозможна. А между тем, интерес к их изучению усиливается.

Рассмотрим, как развивались представления об устройстве мироздания за последние две тысячи лет.

Античный период в изучении устройства Вселенной интересен нам тем историческим спором об устройстве мироздания, который возник между Платоном и Аристотелем.

Аристотель утверждал независимое существование мира, считая, что природа и есть настоящая реальность. Реальный мир, по его мнению, служит источником идей и понятий, которые рождаются в сознании человека. И в них отражаются знания человека о мире.

В противовес ему Платон считал, что окружающие человека предметы не существуют, они иллюзорны. Это тени или копии высших прообразов, оригиналов этих предметов. Реально и в неизменном виде существуют эти прообразы, которые он называл идеями. Они существуют в идеальном мире, где все совершенно и вечно. Что касается нашего мира, они возникают, изменяются и исчезают и потому лишены истинного существования [16].

Согласно работе [6] изучение Вселенной подразделяется на три этапа.

Первый этап в истории изучения небесных тел был связан с той значительной ролью, какую сыграли исследования средневековых ученых-астрономов таких, как Николай Коперник и Иоганн Кеплер. Коперник, основываясь на своих исследованиях, опроверг бытовавшее тогда представление, что Земля есть центр мироздания (антропный принцип), и утверждал, что ее место во вселенной ничем не отличается от других мест (принцип Коперника). Кеплеру принадлежит заслуга в разработке математических формул для расчета орбит планет Солнечной системы. Изобретение телескопа в XVII веке позволило Галилео Галилею по-научному системно подойти к изучению ближайшего космоса.

Исаак Ньютон открыл закон всемирного тяготения. Им было установлено, что силы гравитации пронизывают все пространство и формируют устойчивую и гармоничную картину распределения в нем небесных тел.

Начало второго этапа по времени совпадает с началом двадцатого века. И здесь выдающаяся роль принадлежит другому ученому со стратегическим мышлением Альберту Эйнштейну. В его работах (работы по общей теории относительности и специальной теории относительности) было показано, что время относительно, и оно было объединено с пространством в единый пространственно-временной континуум.

С учетом научных открытий, сделанных в астрономии, можно рассматривать наш мир как четырехмерный (три пространственные координаты и одна временная координата). Работы Эйнштейна объяснили не только гравитацию и движение планет, но и возникновение черных дыр. С созданием общей теории относительности зародилась космология.

Космология – раздел астрономии, изучающий свойства и эволюцию Вселенной. Основу этой дисциплины составляют математика, физики и астрономия [7].

Теория относительности в корне перевернула представление ученых о структуре мироздания, и мотивировала молодых ученых, его современников, на новые открытия. Так польский математик Теодор Калуца попытался применить уравнения общей теории относительности к теории электромагнитного поля. Он задался вопросом, если гравитация искривляет четыре измерения пространства-времени, что искривляет электромагнитные силы? Авторитет Эйнштейна был столь высок, что Калуца не сомневался в том, что его уравнения опишут явление электромагнетизма. Он предположил, что электромагнитные силы искривляют дополнительное пятое измерение. Показательно то, что научная среда уже готова была обсуждать наличие у Вселенной многомерности.

Русский ученый-математик и геофизик А.А. Фридман, анализируя уравнения общей теории относительности, усомнился в выводах А. Эйнштейн [8, с. 364]. Он установил, что одно из решений этих уравнений указывает на наличие расширения Вселенной, тогда как Эйнштейн утверждал, что она является стационарной. Необходимо заметить, что Эйнштейн знал об этих решениях, но был убежден, что Вселенная стационарна (не изменяется со временем) и для подтверждения своей версии ввел в уравнения постоянную величину «лямбда-член» (космологическая постоянная), Физическое явление, которое описывается этой величиной, можно рассматривать как все-

мирное *отталкивание*. Оно незаметно на малых расстояниях, но в масштабах Солнечной системы становится значительным. Позже Эйнштейн высказает сожаление по поводу введения этой постоянной, считая это самой большой ошибкой в своей жизни.

Между тем, выводы А. Фридмана показывали, что Вселенная может испытывать коллапс и в результате стать замкнутой, если плотность вещества в ней достаточно велика. В дальнейшем выводы Фридмана получили подтверждение в астрономических наблюдениях, обнаруживших в спектрах галактик, так называемое, красное смещение спектральных линий, что соответствует взаимному удалению этих звездных систем. Это стало возможным благодаря изобретению больших телескопов. Так в 1920-е годы астроном Эдвин Хаббл на телескопе с огромным рефлектором диаметром в 250 см установил, что Вселенная вовсе не вечна и не неизменна. Он показал, что галактики удаляются от Земли с невероятно большой скоростью. Это означает, что Вселенная расширяется. Так возникло объяснение возникновения Вселенной в результате «Большого взрыва». Эту теорию предложил А.А. Фридман и бельгийский космолог Жорж Леметр. Большой вклад в разработку этой теории внес советский и американский ученый Георгий Гамов.

Особую роль сыграли работы советского астрофизика Н.А. Козырева в понимании мироустройства, который пришел к выводу «...что помимо нашего мира, мира Эйнштейна-Минковского, существует другой мир, который не соответствует тому, что мы видим, чувствуем, ощущаем. Но он есть. Это новое для нас пространство Н.А. Козырев назвал *пространством энергии-времени*, и, по его мнению, именно оно является наполнителем нашего четырехмерного геометрического мира». Он считал, что физическое время Его гений позволил с помощью разработанного им устройства впервые фиксировать с помощью торсионных полей космические объекты там, где они в действительности располагаются [9, с. 100].

Третий этап изучения Вселенной начался в начале двухтысячных годов. Сущность этого этапа характеризуется тем, что наука вооружилась высокотехнологичным инструментарием. В ее арсенале появились космические спутники, лазеры, детекторы гравитационных волн, рентгеновские телескопы и высокоскоростные суперкомпьютеры.

Это позволяет современной науке с одной стороны все дальше проникать в глубины космоса, а с другой стороны в глубины материи. Синтез этих направлений благотворно влияет на развитие наших представлений о законах мироздания. В результате глобального взрыва она начала расширяться из сингулярной точки, и этот процесс продолжается по настоящее время. Это теория известна как инфляционная (расширяющаяся) теория.

Современный взгляд на Вселенную.

По мнению автора работы [6, с. 94] достижения, которая достигла наука в изучении Вселенной на данный момент позволяют сказать, что она располагает надежными сведениями о ее природе, включающими ее возраст, состав и возможно даже ее будущее. Сейчас ученые понимают, что Вселенная стремительно расширяется, бесконечно ускоряясь. Это движение постепенно приводит к ее охлаждению. Если процесс будет продолжаться и далее, то мы столкнемся с перспективой «большого охлаждения». Тогда Вселенная погрузится во тьму и холод, в вся разумная жизнь погибнет».

Русский ученый-физик А. Линде из Стенфордского университета, выдвинул теорию, согласно которой инфляционные процессы могут повторяться. Этот механизм постоянно находится в действии, приводя отдаленные области Вселенной к беспорядочному расширению. «И тогда крошечный участок Вселенной может внезапно расширяться и «образовать почку», пустить побег «дочерней» Вселенной, от которой в свою очередь может отпочковаться новая дочерняя вселенная, как это представлено на рисунке 1. При этом процесс «почкования» продолжается беспрерывно» [10].

А. Ланде считает, что это вечное самовоспроизводящееся хаотическое расширение множества параллельных вселенных. По мнению некоторых учёных эта теория допускает существование бесконечное множество других областей Вселенной, где действуют другие законы и где появились и развиваются более сложные формы сознания.

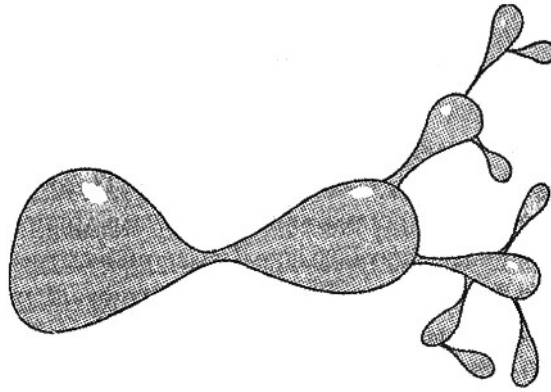


Рисунок 1 – Пример фрактального принципа формирования «дочерних» Вселенных

Фридман показал, что решения уравнений общей теории относительности для Вселенной позволяют построить три возможные модели Вселенной [8]:

- 1 – это замкнутая Вселенная;
- 2 – открытая Вселенная;
- 3 – плоская Вселенная.

Геометрия плоской Вселенной такая же, как геометрия плоского стола, в ней параллельные линии остаются параллельными и нигде не пересекаются. Отличие лишь в том, что Вселенная расширяется, поэтому, хотя лучи параллельные, они удаляются друг от друга.

Открытая Вселенная похожа по своим свойствам на свойства гиперболоида, то есть если у горловины гиперболоида пустить две параллельные прямые, то они начнут расходиться и никогда не встретятся.

Замкнутая Вселенная похожа геометрическими свойствами на свойства поверхности сферы и реализуется, если плотность вещества в ней достаточно велика, чтобы остановить расширение.

Замкнутую вселенную невозможно наблюдать, она «замкнута на себя». При этом нельзя отрицать возможность нахождения в ней относительно уже ее замкнутых вселенных по принципу «матрешки». Реализация такой схемы предполагает определение для каждой из замкнутых систем своей критической плотности вещества. Нет необходимости искать эти миры в глубинах космоса. Они существуют в каждой точке пространства. Почему нет с ними контакта? Потому что они существуют в других вибрационных диапазонах.

С 1932 года существует проблема «недостающей массы», которая позже получила название темной массы. Скрытая масса – это проблема противоречия между наблюдаемым поведением видимых астрономических объектов и расчетным по законам небесной механики с учетом только этих объектов. Швейцарский астроном Ф. Цвикки, измеряя по красному смещению скорости галактик из скопления в созвездии Волосы Вероники установил, что лучевые скорости этих галактик оказались слишком большими и не соответствовали общей массе скопления (видимому веществу). Он выдвинул гипотезу, что в этом скоплении присутствует скрытая (невидимая) масса, являющаяся больших скоростей галактик [7, с. 379].

Темная масса – общее название совокупности астрономических объектов, недоступных прямым наблюдениям современными средствами астрономии. Они не испускают электромагнитного излучения, и не взаимодействует с ним; они наблюдаются косвенно по гравитационным эффектам, оказываемым на них.

Темная материя имеется и в галактиках. Это опять-таки следует из измерений гравитационного поля теперь уже в галактиках и их окрестностях. Чем сильнее гравитационное поле, тем быстрее вращаются вокруг центра галактики звезды и облака газа, так что измерения скоростей вращения в зависимости от расстояния до центра галактики позволяют восстановить распределение массы в ней. По мере удаления от центра галактики скорости обращения не уменьшаются, что говорит о том, что в галактике, в том числе вдалеке от ее светящейся части, имеется несветящаяся, темная материя. Измеренные подобным образом массы скоплений галактик, также согласуются с тем, что темная материя вкладывает около 25 % в полную плотность энергии во Вселенной.

Согласно этим измерениям в нашей Галактике в окрестности Солнца масса темной материи примерно равна массе обычного вещества

Темная энергия – общепринятый термин равномерно распределенной и постоянной субстанции, заставляющий вселенную ускоряться. Энергия вакуума – один из кандидатов на роль темной энергии, он идеально распределен и постоянен.

Темная энергия – является одной из составляющих Вселенной [11]:

- 1) темная энергия – 70 %;
- 2) темная материя – 26 %;
- 3) обычная материя с небольшой долей излучения – 4 %.

Например, наша Вселенная имеет форму овоида и вмещает в себя миллиарды галактик. Наша галактика «Млечный путь» расположена на границе Вселенной и состоит из пяти рукавов. Ее структуру формирует темная энергия, создавая устойчивость ее функционирования. На границе нашей галактики находится Солнечная система.

Дисковые галактики, включая «Млечный путь», составляют 70 % всех известных галактик. Их отличительной чертой являются спиральные рукава, но ученые не понимают, что позволяет создавать и поддерживать эту форму. Парадокс состоит в том, что согласно законам небесной механики, области вблизи центра галактики и находящиеся на периферии должны вращаться с разной скоростью, скорость уменьшается от центра к периферии. Это привело бы к диссипации (рассеянию) энергии на периферии, и она бы отставала от центра. На самом деле и те и другие вращаются с одинаковой скоростью, и галактика сохраняет свою форму и устойчивость. Ученые объяснили этот феномен на основе разработанной ими теории волн плотности (60 годы XX века) [12].

С нашей точки зрения на проблему устойчивого функционирования галактик можно посмотреть иначе. Согласно Дэвиду Бому, в квантовом поле сохраняется постоянная связь между взаимодействующими объектами. Причем скорость обмена информацией бесконечно большая. Это создает условия для когерентной взаимообусловленной деятельности участников процесса, что, собственно, характерно для квантовых явлений, в которых коллективное поведение объектов структуры в определенном смысле носит сознательный характер.

Открытие темной материи, также как темной энергии стало возможным, по нашему мнению, благодаря объективным факторам и прежде всего изменению свойств самого пространства-времени вследствие роста его вибрационных характеристик. Один из показателей этого роста активность солнца и как следствие активность земли, выразившейся в существенном увеличении частоты Шумана. Наша Земля сместилась в более высокий частотный диапазон функционирования, со всеми последствиями, которые все отчетливее проявляются в характере земных процессов.

14 февраля 2015 года впервые были зарегистрированы гравитационные волны с помощью двух лазерно-интерференционных гравитационно-волновых обсерваторий, расположенных на территории США [12]. Как было установлено, они образовались в результате столкновения двух «черных» дыр, которое произошло 1,3 млрд лет назад. Это открытие относится к величайшим достижениям, поскольку еще раз подтверждает правильность Общей теории относительности. Кроме того, дает инструментарий для изучения свойств «темной» материи.

Подведем итоги, перечислив те открытия, которые были предсказаны теорией относительности:

1) гравитация вызвана деформацией самого пространства и времени; чем выше масса тела, тем сильнее деформация пространства-времени;

2) при наблюдении солнечного затмения Артур Эддингтон (1919 г.) зарегистрировал отклонение лучей звезд, проходящих вблизи солнца, как и предсказывала Общая теория относительности;

3) эффект линзирования, когда излучение далёких объектов усиливается и разделяется в результате действия больших масс, находящиеся на его пути, в результате зафиксирован Крест Эйнштейна, состоящий из четырех объектов (QSO 2237+0305);

4) замедление времени в гравитационном поле и слабое искривление пространства-времени, создаваемое Землёй.

5) наличие гравитационных волн в пространстве-времени при движении массивных тел.

Какие выводы необходимо сделать из выше рассмотренного материала? Какое влияние эти научные достижения оказали на сознание людей? Одно из главных достижений труда А. Эйнштейна – это объединение пространства и времени. Все последующие открытия – это неуклонное подтверждение этого тезиса, что мир един, все его объекты взаимосвязаны, и это связь мгновенная. Если в некоторой части мира происходят изменения, это мгновенно отражается в других его частях.

Спросим себя, как научные достижения отразились на сознании человека, на его духовной и умственной деятельности? К сожалению, суть величайших достижений естествознания не дошла до понимания значительного числа человечества, а структурные изменения, предсказанные и фиксированные ныне наукой и происходящие в пространственно-временном континууме не получили должной оценки и понимания ими. Их отклик на это – тревога и замешательство. Отсутствие должных знаний не позволяет человеку преодолеть расщепленное сознание, обусловленное в определенной степени отсутствием синхронизации в функционировании левого и правого полушария человеческого мозга. Это мешает объединению их в целостный орган, что приводит к дискретности мыслительного процесса. [13, с. 371]. Дискретность мышления разрезает поток сознания (знания) на фрагменты, нарушается единство работы алгоритмов отделов головного мозга, что препятствует целостному восприятию учебного материала и эффективному использованию учебного времени. В ходе такого восприятия происходит значительная потеря информационных знаний и энергии.

В работе [14, с. 323] приводятся такие слова, принадлежащие восточному мыслителю: «Почему мы размышляем о вещах, а не о процессах в этом абсолютном потоке? Потому что закрываем глаза на последовательные, перетекающие друг в друга события. Благодаря искусственности подхода мы расчленяем поток изменений на отдельные сечения и называем их вещами... Жизнь – это не вещь и не состояние вещи, а непрерывное движение, или изменение».

В ходе освоения новых знаний наука активно пользуется методами синтеза знаний. К сожалению, в учебном процессе этому не уделяется должного внимания. Между тем роль его высока. Учитывая необходимость устойчивой работы сознания курсанта в учебном процессе необходимо развивать в курсантах методы синтеза знаний.

Синтез знаний это не столько пассивное расширение зоны знаний за счет суммирования слагаемых компонентов, сколько нахождение в них общего начала. Расширение знаний за счет включения новых знаний приводит к открытию более глубокого начала – исходного фрактала, на основе чего строится целое. Фрактальное, или голографическое, мышление позволяет по фрагменту картины знать, что есть целое. Это основная цель метода синтеза знаний – познать наиболее общие законы природы

Вывод. Согласно общей теории относительности Вселенная включает в себя четыре измерения: длина, ширина, глубина и время. По теории струн измерений может быть 6, 10, 26. Человек осознает четыре измерения. Остальные измерения сворачиваются и для физического восприятия не доступны, но сознание человека может взаимодействовать с параллельными Вселенными благодаря развитым интуитивным способностям [15].

Список литературы:

1. Колесников В.П. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний / В.П. Колесников, Е.И. Энцис, В.В. Терехов // Булатовские чтения. Материалы V Межд. науч.-практ. конф. (31 марта 2021 г.) : в 2 т-х. Сборник статей. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – Т. 2 – 322 с.
2. Колесников В.П. Синтетический метод развития восприятия в процессе обучения / В.П. Колесников, Е.И. Энцис, В.В. Терехов // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 570 с.
3. Энцис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энцис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2021. – 190 с.
4. Новые тенденции в науке / И.В. Беляев [и др.] // Материалы XI Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ, Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2021. – 570 с.

5. Колесников В.П. Астрофизическое влияние времени на сознание / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов // Сб. научн. статей XII Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 448 с.
6. Мичио Каку. Параллельные миры. Об устройстве мироздания, высших измерениях и будущем Космоса / Мичио Каку; Перев. с англ. – М. : ООО Издательство «София», 2008. – 416 с.
7. Энциклопедия: Астрономия. – М. : Аванта+, 1997. – Т. 8. – 688 с.
8. Эволюция Вселенной и происхождение жизни / Пекка Теерикорпи [и др.]. – М. : Эксмо, 2010. – 624 с.
9. Тихоплав Т.С. Жизнь напрокат / Т.С. Тихоплав, В.Ю. Тихоплав. – СПб. : ИД «ВЕСЬ», 2002. – 256 с.
10. 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; КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – 196 с.
11. URL : <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/>
12. URL : <https://habr.com/ru/post/390483>
13. Колесников Е.И. Исследование причин низкой познавательной способности курсантов / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. // Сб. научн. статей XII Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е.Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 448 с.
14. Капра Фритьоф. Дао физики: Общие корни современной физики и восточного мистицизма. – М. : ООО Издательство «София», 2008. – 416 с.
15. Энсис Е.И. Интуиция как основа для раскрытия творческой активности курсанта / Е.И. Энсис, В.В. Колесников, В.В. Терехов // Сб. научн. статей XII Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 448 с.
16. Чернин А.Д. Физика времени. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 224 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРЕДИТНОГО РИСКА БАНКОВ



MODELING OF BANKS' CREDIT RISK

Медведева В.В.

бакалавр,
Кубанский государственный аграрный университет
medvedevav347@gmail.com

Жучкова В.В.

кандидат физико-математических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
kvvaul@mil.ru

Аннотация. В статье авторы рассматривают моделирование кредитного риска банков, ключевые элементы различных методологий. Статья посвящена обзору различных концепций расчета экономического капитала, подходов к измерению потерь по кредитам, основанных на модели дефолта DM и модели выхода на рынок (mark-to-market) MTM. Авторы статьи определяют основные составляющие моделей кредитного риска: выбор временного периода; подходы к кредитованию; условные/безусловные модели; ключевые элементы различных моделей, такие как распределения и функции плотности вероятностей кредитных потерь.

Ключевые слова: моделирование, кредитные риски, методология, капитал, кредит, кредитные потери, рыночные риски, банк, дефолт.

Medvedeva V.V.

Bachelor,
Kuban State Agrarian University
medvedevav347@gmail.com

Zhuchkova V.V.

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

Abstract. In the article, the authors consider the modeling of credit risk of banks, the key elements of various methodologies. The article is devoted to an overview of various concepts of calculating economic capital, approaches to measuring loan losses based on the DM default model and the mark-to-market MTM model. The authors of the article define the main components of credit risk models: the choice of a time period; approaches to lending; conditional/unconditional models; key elements of various models, such as distributions and probability density functions of credit losses.

Keywords: modeling, credit risks, methodology, capital, credit, credit losses, market risks, bank, default.

Методология моделирования кредитного риска позволяет применять индивидуальный и гибкий подход к оценке цены и управлению рисками. Модели по своему строению подвержены различным влияниям и реагируют на изменения в бизнес-направлениях, кредитном качестве, в рыночных и экономических условиях [1, 3]. Кроме того, моделирование позволяет банкам анализировать и прогнозировать предельный и абсолютный вклад в кредитные риски. Эти свойства моделей могут способствовать улучшению общей кредитной культуры банка.

Степень, с которой банки включают различные модели в управление кредитами и распределение экономического капитала, сильно различается. В то время как некоторые банки внедрили модели, фиксирующие большинство рисков по всей организации, другие учитывают риски только в рамках определенного направления деятельности или юридического лица. Кроме того, банки часто разрабатывают отдельные модели для корпоративных и розничных рисков, а некоторые банки вообще не учитывают эти виды рисков. Например [2], лишь небольшая часть банков в настоящее время использует результаты моделирования кредитного риска при активном управлении своими портфелями. Однако, значительное число банков отметили, что планируют делать это только в будущем.

Разработанные в настоящее время модели [1, 2, 4] включают приложения, которые позволяют устанавливать пределы концентрации и воздействия; целевые показатели удержания синдицированных кредитов; ценообразование, обоснованное с учетом риска; улучшать профили риска, доходность портфеля; оценивать эффективность бизнес-направлений или менеджеров с поправкой на риск; прогнозировать распределение экономического капитала. Банки также могут полагаться на типовые оценки для определения или проверки резервов на возможные потери по ссудам, как для прямых расчетов, так и с целью проверки. Однако для достижения этих целей необходимо уstra-

нить значительные препятствия, главным образом связанные с ограниченными данными и недостатками в практической проверке работы моделей.

Эксперты признают, что моделирование кредитного риска действительно может привести к улучшению внутреннего управления рисками в банках. Спецификация процесса дефолта и других факторов, приводящих к изменению качества кредитного портфеля, сильно ограничена из-за отсутствия данных об исторических показателях кредитов и необходимых параметрах. Трудности в определении усугубляются долгосрочными временными периодами, которые используются при измерении кредитного риска.

Для точной оценки ключевых параметров кредитного риска необходимы многолетние данные, охватывающие несколько кредитных циклов. Поэтому в разработанных моделях из-за существующих ограничений, параметры иногда отражают использование упрощающих предположений и объединение информации из нескольких источников. К сожалению, недостаточно изучено влияние предположений и допущений, принятых при моделировании, на оценки экстремальных зон распределений. Неясно, можно ли оценить с приемлемой степенью точности высокие целевые показатели кредитных потерь, которые используются при измерении кредитного риска, прогнозировании экономического капитала. Для моделей рыночного риска обратное тестирование обеспечивает способ постоянной проверки производительности модели. В настоящее время не существует общепринятой системы периодической проверки точности моделей кредитного риска. Если бы модели использовались в целях регулирования надзорным органам, пришлось бы полагаться на внутренние и внешние процедуры проверки. Возникла бы необходимость разрабатывать качественные и количественные стандарты для обеспечения разумности процессов моделирования и сопоставимости качества результатов в разных банковских учреждениях.

Каждый банк использует свою модель кредитного риска. В широком смысле, моделирование кредитного риска охватывает политику, процедуры и методы, используемые банком при оценке эффективности кредитного портфеля.

В настоящее время для оценки объема экономического капитала, необходимого для поддержки деятельности банка, связанной с кредитным риском, многие крупные банки стали использовать вероятностные модели. Вероятностная модель позволяет аналитически связывать общий требуемый экономический капитал с функцией плотности вероятностей кредитных потерь. Основным показателем вероятностной модели кредитного риска, как правило, является функция плотности вероятностей кредитных потерь (PDF) [4].

Рассмотрим на примере принцип работы вероятностной модели (рис. 1), учитывающей эту связь. Важным свойством функция плотности вероятностей является то, что вероятность кредитных потерь, превышающих заданную сумму X (точка B на оси OX), равна (заштрихованной) области под графиком функции справа от точки B . Рискованный портфель, грубо говоря, – это тот, у которого функция плотности вероятностей имеет относительно длинный и толстый «хвост». На графике ожидаемый кредитный убыток (рис. 1, крайняя левая вертикальная линия) показывает сумму кредитных убытков, которую банк ожидает понести по своему кредитному портфелю в течение выбранного периода времени. Обычно банки учитывают риск от непредвиденных кредитных убытков (т.е. сумму, на которую фактические убытки превышают ожидаемые убытки) с помощью стандартного отклонения убытков или как разницу между ожидаемыми убытками и некоторой выбранной целевой функцией, так называемым целевым квантилем кредитных убытков (quantile). Процесс определения этой суммы аналогичен методам оценки риска, которые используются при распределении экономического капитала с учетом рыночных рисков. Предполагаемый экономический капитал банка обычно называется необходимым экономическим капиталом для покрытия банком кредитного риска. В частности, экономический капитал для кредитного риска определяется таким образом, чтобы расчетная вероятность непредвиденных кредитных потерь, исчисляющих экономический капитал, была меньше некоторого целевого показателя неплатежеспособности.

Система распределения капитала обычно предполагает, что политика резервирования предназначена для покрытия ожидаемых кредитных потерь, в то время как экономический капитал необходим для покрытия непредвиденных кредитных потерь.

Необходимый экономический капитал – это дополнительный объем капитала, предназначенный для достижения целевого уровня неплатежеспособности, сверх того, что необходимо для покрытия ожидаемых убытков. Для целевого показателя неплатежеспособности (рис. 1), равного заштрихованной области, требуемый экономический капитал равен расстоянию АВ между двумя пунктирными линиями.

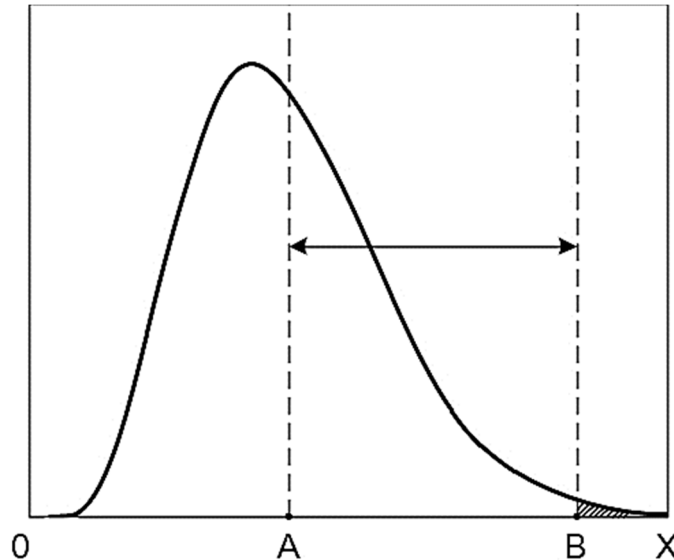


Рисунок 1 – Функция плотности вероятностей кредитных потерь (PDF)

На практике целевой уровень неплатежеспособности часто выбирается таким образом, чтобы он соответствовал желаемому кредитному рейтингу банка, хотя этот уровень неплатежеспособности должен учитывать риски, отличные от кредитного риска. Например, если желаемый кредитный рейтинг равен AA, то целевой показатель неплатежеспособности должен быть равен историческому уровню дефолта за один год для корпоративных облигаций с рейтингом AA.

Большинство банков считают экономический и регулятивный капитал независимыми друг от друга и таким образом, не включают требования к нормативному капиталу при расчете экономического капитала. Однако как видно из обзоров [1, 3], некоторые учреждения, включают затраты на регулятивный капитал в свою методологию ценообразования, что может отражаться во включении «надбавки» за регулятивный капитал при распределении капитала по линейкам продуктов. Хотя многие банки против кредитных рисков, некоторые из этих банков продолжают использовать регулятивный, а не экономический капитал. Важно отметить, что еще достаточно много финансовых учреждений, которые не полностью разделяют капитал по различным типам продуктов или направлениям бизнеса. Частота, с которой пересмотр банками решений о распределении экономического капитала, варьируется в широком диапазоне: от ежемесячного до ежегодного. Большинство банков распределяет капитал и прибыль/убыток на микрооснове, например, на уровне «субпортфеля» бизнеса или линейки продуктов, а не на уровне банка.

Важным вопросом является вопрос измерения кредитных убытков. Как правило, кредитный убыток портфеля определяется как разность между текущей стоимостью портфеля и его будущей стоимостью в конце некоторого периода времени. Применение вероятностной PDF – функции оценивания текущего портфеля включает оценку текущей стоимости портфеля и вероятностное распределение его будущей стоимости в конце запланированного периода. В рамках текущего поколения моделей кредитного риска банки используют одно из двух концептуальных определений кредитных потерь, называемых режимом дефолта (default) DM и моделью выхода на рынок (mark-to-market) MTM.

Рассмотрим более подробно вопрос о выборе временного периода. Решение банка о временном периоде, в течение которого он осуществляет мониторинг кредитного риска, может приниматься в соответствии с одним из двух подходов. Первый – это подход «ликвидационного периода», при котором каждый объект связан с уникальным

интервалом, совпадающим со сроком погашения долга или со временем, необходимым для его упорядоченной ликвидации. Второе, в качестве альтернативы, банк может выбрать общий период применения для всех классов активов.

Банки, которые выбрали подход удержание до погашения, исходили из следующих соображений: предполагалось, что кредиты будут удерживаться до погашения; рынки, на которых можно было бы торговать кредитами, были ограничены. Ряд моделей позволяют банкам выбирать период удержания для конкретного актива или портфеля на основе уникальной структуры каждого базового риска.

Оценим соображения, по которым банки выбирают период моделирования в один год. Годовой период отражает типичный интервал, в течение которого:

- может быть привлечен новый капитал;
- могут быть предприняты смягчающие меры для исключения будущих рисков из портфеля;
- может быть раскрыта информация о новом должнике;
- могут быть опубликованы данные о ставках по умолчанию;
- происходит внутреннее перераспределение капитала;
- обзор обновления кредитов.

В рамках модели DM кредитный убыток возникает только в том случае, если заемщик не выполняет свои обязательства в течение запланированного периода. Для иллюстрации рассмотрим стандартный срочный кредит. В случае дефолта заемщика кредитный убыток будет отражать разницу между кредитным риском банка и приведенной стоимостью будущих чистых возмещений (денежные выплаты от заемщика за вычетом расходов на обучение). Кредитным риском банка называется сумма задолженности на момент дефолта, а под приведенной стоимостью будущих чистых возмещений понимают денежные выплаты от заемщика за вычетом расходов на обучение.

Текущая и будущая стоимость кредитных инструментов в модели DM определяется в соответствии с основополагающим понятием кредитных потерь в двух случаях, в случае дефолта и его отсутствия.

Для срочного кредита текущая стоимость обычно измеряется как кредитный риск банка например, балансовая стоимость, а неопределенная будущая стоимость кредита будет зависеть от того, допустит ли заемщик дефолт в течение периода планирования. Если заемщик не допустит дефолта, будущая стоимость кредита будет оцениваться как кредитный риск банка в конце запланированного срока, скорректированный с учетом основных платежей, произведенных заемщиком за этот период. С другой стороны, если заемщик объявит дефолт, будущая стоимость кредита (на денежную единицу текущей стоимости в начале периода) будет измеряться как единица минус коэффициент потерь при дефолте. Обозначим коэффициент потерь при дефолте *LGD*. Очевидно, чем ниже *LGD*, тем выше скорость восстановления после дефолта.

В настоящее время в моделях кредитного риска, использующих функцию плотности вероятностей кредитных потерь для оценки портфеля, предполагается, что в начале срока кредитования текущая стоимость кредитных инструментов известна, но их будущая стоимость неопределенна.

Таким образом, в рамках моделей кредитного риска типа DM для каждой отдельной кредитной линии банк должен установить или оценить совместное распределение вероятностей в отношении трех типов случайных величин. Разработчик модели должен учесть связанный с банком кредитный риск; показатель ноль/один, обозначающий дефолт объекта в течение срока планирования; в случае дефолта соответствующий коэффициент *LGD*. Причем, для определенных типов кредитных инструментов, таких как обязательства и внебиржевые деривативы, кредитный риск банка в течение периода планирования, как правило, неизвестен точно.

При разработке вероятностной модели, чтобы построить функцию плотности вероятностей кредитных потерь для банка в целом, необходимо также определить совместное распределение этих переменных по различным объектам, входящим в портфель. Чтобы проиллюстрировать рассмотренную концепцию построения модели, необходимо связать стандартное отклонение кредитных потерь каждого объекта, корреляцию между кредитными потерями по отдельному объекту и потерями по всему портфелю в целом, со средним значением и стандартным отклонением кредитных убытков портфеля. Специалисты часто рассматривают стандартное отклонение кредитных убытков как непредвиденные потери портфеля.

Следует отметить, что некоторые модели распределения экономического капитала с учетом кредитного риска предполагают, что функция плотности вероятностей кредитных потерь хорошо аппроксимируется стандартными распределениями, например, бета-распределением. В качестве параметров рассматривают среднее значение и стандартное отклонение кредитных потерь портфеля. Современные возможности вычислительной техники позволяют строить функции плотности вероятностей кредитных потерь с использованием более точного метода Монте-Карло.

Обычно такую методологию называют подходом непредвиденных потерь UL (*unexpected losses*) [3]. Согласно подходу UL, процесс распределения экономического капитала обычно сводится к установлению капитала на уровне, кратном расчетному стандартному отклонению кредитных потерь портфеля.

В рамках модели дефолта подход UL требует оценивания ожидаемых и неожиданных кредитных потерь портфеля. Ожидаемые кредитные убытки портфеля (μ) за предполагаемый временной период равны сумме ожидаемых убытков по каждой отдельной кредитной линии:

$$\mu = \sum_{i=1}^N (EDF)_i (LEE)_i (\overline{LCD})_i, \quad (1)$$

где $(\overline{LCD})_i$ – ожидаемый уровень потерь при дефолте для i -го объекта; $(EDF)_i$ – ожидаемая вероятность дефолта объекта, которую часто называют ожидаемой частотой дефолта; $(LEE)_i$ – ожидаемый кредитный риск банка, так называемый кредитный эквивалент.

Стандартное отклонение кредитных потерь портфеля (σ) может быть разложено на сумму вкладов от каждой из отдельных кредитных линий:

$$\sigma = \sum_{i=1}^N \sigma_i \rho_i, \quad (2)$$

где σ_i обозначает отдельное стандартное отклонение кредитных потерь для i – го объекта; ρ_i обозначает корреляцию между кредитными потерями по i -му объекту и потерями по всему портфелю в целом.

Переменная ρ_i отражает корреляцию i -го объекта с другими инструментами в кредитном портфеле банка, причем при прочих равных условиях более высокая корреляция среди кредитных инструментов будет представлена более высоким ρ_i , что приводит к более высокому стандартному отклонению кредитных убытков для портфеля в целом.

Пусть риски каждого кредитного объекта точно известны; дефолты клиентов и коэффициент потерь при дефолте LGD независимы друг от друга и коэффициенты потерь между заемщиками независимы. Тогда отдельные стандартные отклонения кредитных убытков для i -го кредитного объекта можно записать системой уравнений:

$$\sigma_i = LEE_i \sqrt{EDF_i(1 - EDF_i) \overline{LGD}_i^2 + EDF_i (VOL)_i^2}, \quad (3)$$

где $(VOL)_i$ – стандартное отклонение коэффициента потерь LGD i -объекта; $i = 1, 2, \dots, N$.

Эта система уравнений обеспечивает удобный способ суммирования кредитного риска портфеля в целом в рамках DM модели и в терминах каждого инструмента. Уравнения системы также служат для выделения тех аспектов процесса моделирования кредитного риска, которые определяют его общую надежность.

Система уравнений (3) позволяет прогнозировать:

– точность оценок будущих параметров; базовых допущений модели, таких например, как предположения о независимости между случайными переменными;

- точные значения определенных параметров;
- распределение, которое сопоставляет непредвиденные потери UL с целевым квантилем кредитных потерь.

Таким образом, рассмотренные вероятностные модели не только хорошо интегрированы с повседневным управлением кредитными рисками банков, но также являются концептуально обоснованными, эмпирически подтвержденными и обеспечивают сопоставимые требования к капиталу для разных банковских учреждений.

Список литературы:

1. Бабиков В.Г. Моделирование поведения кредитных портфелей и стресс-тест / В.Г. Бабиков // Аналитический банковский журнал. – 2019. – № 10(212). – С. 72–77.
2. Carey M. Credit Risk in Private Debt Portfolios / M. Carey // Journal of Finance. – 2001. – № 58. – С. 1363–1388.
3. Kupiec P. Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models / P. Kupiec // Journal of Derivatives. – 2005. – № 4. – С. 85–97.
4. Жучкова В.В. Математическое моделирование и численная реализация научно-технических задач / В.В. Жучкова, Ю.С. Медведев, И.А. Жучков. – Краснодар : Издательство КВВАУЛ, 2021. – 321 с.

УДК 378.147

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ
 ◆◆◆◆
**ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF ELECTRONIC LEARNING
 AT THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION**

Сараев И.В.

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

Аннотация. Рассматриваются современное состояние электронного обучения в России, его законодательное оформление и перспективы развития. Выявляются причины, препятствующие развитию электронного обучения в России. Предлагается система критериев оценки качества и эффективности электронного обучения.

Ключевые слова: электронное обучение, критерии эффективности, электронный учебный курс, мотивация.

Saraev I.V.

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

Abstract. The current state of e-learning in Russia, its legislative design and development prospects are considered. The reasons that impede the development of e-learning in Russia are identified. A system of criteria for assessing the quality and effectiveness of e-learning is proposed.

Keywords: e-learning, performance criteria, e-learning course, motivation.

Предоставление учебными заведениями качественных образовательных услуг в форматах электронного обучения регулируется целым рядом государственных нормативными документами. Под электронным обучением (ЭО) понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников [1].

Однако нормативные документы не могут охватить все параметры обучения и гарантировать получение полного комплекса знаний и умений, которым должен овладеть обучаемый в ходе образовательного процесса. Поэтому в каждом учебном заведении должна существовать собственная система управления качеством, включающая документы, методики и процедуры, применяемые в процессе обучения для достижения необходимого уровня качества предоставляемых услуг. Опираясь на базовые принципы и требования, предъявляемые как к традиционным, так и электронным формам обучения, эта система должна учитывать все особенности, присущие конкретному учебному заведению [3, с. 76].

Качество образования можно характеризовать с помощью трех групп показателей:

- качества содержания образования;
- качества технологий обучения;
- качества результатов образования.

Для разработки критериев эффективности и качества электронного обучения необходимо выявить те факторы, управляя которыми, можно обеспечить требуемое качество образования. Показатели оценки качества электронного обучения не только являются дополнением к существующим системам оценки качества, но и оптимизируют учебный процесс и предоставляют гарантию высокого уровня обучения в целом.

Компонентами системы образования являются обучаемый, преподаватель, учебные материалы, система доставки материалов обучаемому, система оценивания результатов учебы [4]. В связи с этим показатели эффективности и качества электронного обучения целесообразно разбить на четыре группы:

- показатели, акцентированные на контент (содержание курса);

- показатели, акцентированные на преподавателей, практикующих те или иные форматы электронного обучения;
- показатели, акцентированные на инфраструктуру и электронную среду обучения в вузе;
- дидактические и технологические показатели электронного обучения, акцентированные на студентов.

Каждой из этих групп соответствует ряд показателей эффективности и качества по определенным аспектам и свойствам рассматриваемой группы. Входящие в группы целевых показателей критерии эффективности и качества ЭО, которые могут быть положены в основу создания образовательных программ, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели эффективности и качества функционирования электронного обучения

№	Целевые показатели	Критерии эффективности и качества
1	Показатели качества содержания электронного курса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Авторство курса. 2. Применяемые технологии разработки курса. 3. Модели курсов и их дизайн. 4. Наличие учебного плана курса. 5. Технологии доставки курса. 6. Простота доступа к курсам и сервисам. 7. Удобство навигации курса. 8. Наличие методических. 9. Используемые технологии взаимодействия. 10. Адаптивность и персонализация курса
2.	Кадровые показатели	<ol style="list-style-type: none"> 1. Квалификация преподавателя. 2. Владение ИТ. 3. Наличие программ повышения квалификации в сфере ИТ. 4. Наличие сервисов поддержки. 5. Создание среды взаимного обучения. 6. Административная поддержка
3.	Показатели эффективности информационной образовательной среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие планов по развитию системы ЭО. 2. Количественные и качественные показатели материально-технического обеспечения учебного процесса. 3. Изучение мирового и отечественного опыта в области электронного обучения. 4. Мониторинг слабых и сильных сторон ЭО
4.	Дидактические и технологические показатели	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспеченность программными средствами. 2. Наличие сервисов технической поддержки студентов. 3. Степень доступности преподавателей. 4. Формы общения преподаватель – студент и студент – студент. 5. Разработанность системы тестирования и контроля знаний студентов. 6. Наличие адаптационного курса по формированию информационной компетентности студентов

Авторство курса предполагает, что курс может быть заимствован, разработан группой авторов или одним автором. Наличие учебного плана отражает авторство, структуру, тематику входящих в курс разделов или модулей, его техническую составляющую и ресурсную базу.

Применяемые технологии разработки курса разнообразны. Это могут быть web-, телекоммуникационные, облачные технологии, технологии мобильного обучения, технологии дистанционного обучения.

Модель курса определяет специфику организации и подачи материала. Дизайн и удобство навигации должны поддерживать учебный процесс и быть удобными для обучающихся.

Технологии доставки и доступа к курсам и сервисам предполагают асинхронный или синхронный формат обучения на основе использования электронных учебных оболочек, учебных возможностей сайтов и блогов, применения дисков или дропбоксов и т.д.

Наличие методических рекомендаций по работе с материалами курса помогает и студентам, и преподавателям. Используемые технологии взаимодействия со слушателями предполагают использование блога, чата, форума, скайпа, электронной почты, телефона, очных встреч или консультаций.

Адаптивность и персонализация курса позволяют учесть контактность аудитории, ее готовность к восприятию материала, корректировать наполнение заданий, ба-

лансировать информационную нагрузку, выстраивать индивидуальные траектории обучения.

Особое внимание следует уделить наличию методических рекомендаций для студентов и преподавателей по работе с создаваемыми курсами. Если курс может использоваться другими преподавателями, он должен иметь соответствующие методические рекомендации.

В системе дополнительного образования важным является также показатель адаптивности и персонализации учебного курса, под которым подразумевается возможность применять разработанный курс в разных образовательных программах при его минимальных изменениях.

Группа кадровых показателей связана с преподавателями, применяющими тот или иной вид электронного обучения в практике традиционных занятий. Поскольку дистанционное обучение в чистом виде имеет место только при обучении студентов с ограниченными возможностями здоровья, в большинстве случаев преподаватели используют технологии смешанного или гибридного обучения.

Квалификация преподавателя является стандартным показателем, который отражает как общую квалификацию преподавателя, так и наличие компетенций в области информационных технологий (ИТ). В портфолио современного преподавателя должны войти умение создать презентацию, разработать курс на основе одной из электронных учебных оболочек, выстроить взаимодействие со студентами, владение технологиями дистанционного, гибридного или мобильного обучения, наличие банка электронных образовательных ресурсов и своих электронных учебных курсов.

Наличие сервисов технической, педагогической и ресурсной поддержки преподавателей является обязательным в зарубежных вузах. Отечественные вузы пока еще не осознали роль подобных сервисов и не готовы выделить на их содержание необходимые финансы. В сложившейся ситуации подобные сервисы появляются стихийно на основе локальной инициативы и энтузиазма заинтересованных лиц, потому что без такой поддержки преподавателей внедрение электронного обучения в вузе невозможно.

Создание среды взаимного обучения является способом повышению мотивации к применению технологий электронного обучения. Для создания среды взаимного обучения эффективно проведение о регулярных семинаров, встреч или круглых столов по любым вопросам электронной педагогики.

Административная поддержка преподавателей, использующих разные форматы ЭО, предполагает выделение дополнительных временных и материальных ресурсов на разработку и применение электронных форматов обучения (материальное поощрение преподавателей, практикующих электронное обучение, создании сервисов поддержки, надлежащем оборудовании аудиторий и т.д.).

Формат электронного обучения будет эффективен только в случае наличия в инфраструктуре вуза информационной образовательной среды как части инфраструктуры вуза. Наличие планов по развитию системы ЭО необходимо для определения этапов создания системы электронного обучения, своевременного появления образовательного продукта в виде учебного курса и его распространения или применения в учебном процессе.

Количественные и качественные показатели материально-технического обеспечения учебного процесса отражают используемое прикладное программное обеспечение, показатели пропускной способности каналов передачи, компьютерное оснащение учебных классов, минимально необходимые объемы памяти, наличие в учебном заведении WI-FI-зон и др.

Изучение мирового и отечественного опыта в области ЭО заключается в исследовании лучших международных и отечественных практик в области электронного обучения, издании пособий и публикации статей по вопросам электронной дидактики.

Мониторинг слабых и сильных сторон ЭО необходим для совершенствования электронных курсов. Мониторинги помогают выявить сильные и слабые стороны используемых форматов электронного обучения, планировать их улучшение.

Дидактические и технологические показатели электронного обучения отражают аспекты, ориентированные на студентов. Обеспеченность учебного процесса необходимыми программными средствами предполагает оснащение компьютеров студентов программными инструментами для успешной работы с материалами курса.

Наличие сервисов технической поддержки студентов, куда можно обратиться по любому вопросу, связанному с работой компьютера или в случае возникновения технических неполадок, является обязательным условием осуществления электронных образовательных программ.

Степень доступности преподавателей определяется частотой и продолжительностью сеансов связи с целью проведения консультаций для студентов. Положительно оцениваются ежедневные сеансы связи, доступные для обучающегося в течение всего рабочего дня. Это, однако, может оказаться неприемлемым для преподавателя, особенно при обучении большого потока студентов.

Формы общения преподаватель – студент и студент – студент должны обговариваться заранее и выбираться по согласованию с группой. Для студентов в большинстве случаев удаленного взаимодействия учебной формой общения становится дискуссия. Другие формы общения также приветствуются: чат, форум, электронная переписка.

Разработанность системы тестирования и контроля знаний студентов заключается в наличии готовых банков тестов или специально разработанных тестовых заданий для проведения текущего, рубежного и итогового контроля знаний студентов.

Наличие адаптационного курса по формированию информационной компетентности студентов представляет собой обязательный элемент любой программы, предполагающей один из электронных форматов обучения в зарубежной практике. Курс готовит к работе в удаленном режиме, знакомит с используемыми технологиями и снимает большинство трудностей, которые могут возникнуть в силу недостаточной информационной грамотности студентов. Более того, студенты допускаются к прохождению основного курса только по факту успешного прохождения данного дополнительного курса.

Наличие показателей эффективности и качества электронного обучения в его разных проявлениях и формах является важным моментом внедрения технологий электронного обучения в учебный процесс высшей школы, особенно в условиях отсутствия общих требований к разработке электронного курса или учебника, общих правил по их оценке и проведению экспертизы качества предоставляемых услуг в сфере электронного обучения. Разработанная система показателей качества электронного обучения нашла свое эффективное применение в следующих направлениях образовательной деятельности:

- подготовка учебного материала;
- разработка учебного курса;
- создание электронных учебных комплексов (учебных, учебно-методических пособий и учебников);
- проведение научно-методологических семинаров по вопросам ЭО;
- разработка программ повышения квалификации преподавателей;
- проведение конкурсов электронных образовательных ресурсов.

Повышение качества образовательных услуг – это задача каждого современного учебного заведения. Применение новых информационных технологий в учебном заведении улучшает взаимодействие между преподавателем и студентом, развивает кооперацию и взаимодействие между студентами, стимулирует активное обучение и повышает мотивацию, поддерживает разные стили обучения, дает возможность работать над учебным материалом в удобное время и в удобном месте.

Список литературы:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» // Российская газета. – URL : <http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html> (дата обращения 19.06.2014).
2. Царьков Е. E-xcellence – руководство по качеству электронного обучения в высшем образовании. – URL : http://technical.bmstu.ru/LTEP/Events/PetrSU_2009/Tsarkov_E_xcellence.pdf (дата обращения 08.02.2014).
3. Киян И.В. Оценка качества педагогических технологий в системе дистанционного обучения / И.В.Киян // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 2. – С. 76–84. – URL : www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7982214 (дата обращения 08.02.2014).

4. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг – 2020. – 194 с.
5. 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. Колесников В.П. Исследование инновационных образовательных технологий подготовки военных специалистов, основанных на методах получения информационных, механических и синтетических знаний : монография / В.П. Колесников, Е.И. Энсис, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
8. Грошев Р.В. Подготовка военных кадров во второй половине XX века / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 3(3). – С. 25–33.
9. Грошев Р.В. Периодизация военного образования отечественных военно-воздушных сил / Р.В. Грошев // Военно-исторический журнал. – 2018. – № 11. – С. 50–56.
10. Лукашенко Д.В. На пороге прорыва: проблемы и векторы развития образовательных систем / Д.В. Лукашенко, Р.В. Грошев // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2018. – № 9. – С. 6–10.
11. Грошев Р.В. Организационно-педагогические условия развития отечественной системы образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 2(6). – С. 117–121.

В ПОИСКЕ ПРИРОДЫ ВРЕМЕНИ
 ◆◆◆◆
TIME CULTURE AND TIME EFFICIENCY

Колесников В.П.

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

Энсис Е.И.

кандидат психологических наук,
 Краснодарское высшее
 военное авиационное училище лётчиков
 kvvaul@mil.ru

Вовкотруб В.В.

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

Березкин Д.А.

Краснодарское высшее
 военное авиационное училище лётчиков
 kvvaul@mil.ru

Аннотация. В работе представлено аналитическое рассмотрение исторического развития представлений о времени различных научных направлений. Приводятся современные научные теории о природе времени, что расширяет знания учащихся о времени и сформирует более целостное представление об изучаемой дисциплине и основах мироздания в целом.

Ключевые слова: время, ход времени, торсионные поля, фрактал времени.

Kolesnikov V.P.

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

Ensis E.I.

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

Vovkotrub V.V.

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

Berezkin D.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
 kvvaul@mil.ru

Abstract. The paper presents an analytical review of the historical development of idea about the nature of time. Modern scientific theories about the nature of time are presented, which expands the knowledge of students about time and forms holistic view of its nature.

Keywords: time, the passage of time, torsion fields, fractal of time.

Целью данной работы является изучение природы времени на основе аналитического рассмотрения исторического развития представлений о времени различных научных направлений. Поскольку естественнонаучные дисциплины изучаются на основе устаревших представлений о времени, а современные научные достижения никак не отражены в их программах, есть необходимость расширить знания курсантов о времени посредством привлечения к научно-исследовательской работе кафедр или в рамках военно-научной секции и семинаров. Это будет способствовать формированию в сознании курсанта более целостной картины изучаемой дисциплины с развитием фрактального мышления и интуитивного видения окружающего мира, что востребовано задачей воспитания будущих командиров со стратегическим мышлением.

Необходимость формирования новой парадигмы мышления, вызванной, прежде всего, астрофизическими влияниями на пространственно-временные характеристики Земли, как показали последние научные открытия, отмеченные в работах [1, 2], требует тщательного анализа и переосмысления существующих образовательных стандартов. Вместе с тем они подготовили почву для разработки современных форм и методов воспитания и подготовки специалистов на основе синтеза знаний.

Время в общественной жизни имеет исключительное значение. Люди планируют свою многообразную деятельность, стараясь ее рационально организовать, а время эффективно использовать. Не исключением является и учебный процесс, где при нарастающем потоке информации все меньше отводится времени на его восприятие и обработку.

Разработанная А. Эйнштейном почти сто лет назад Общая теория относительности решила проблему объединения пространства и времени, а это значит, что время будет задавать ход, темп, ритм и энергетику пространству, в котором разворачивается учебный процесс.

Для понимания основных свойств времени рассмотрим, как они виделись и понимались учеными и мыслителями в разные исторические эпохи

В своем историческом споре об устройстве мироздания античные философы Платон и Аристотель смотрели на эту проблему по-разному.

Аристотель утверждал независимое существование мира, считая, что природа и есть настоящая реальность. Реальный мир служит источником идей и понятий, которые рождаются в сознании человека. И в них отражаются знания человека о мире.

В противовес ему Платон считал, что окружающие человека предметы не существуют, они иллюзорны. Это тени или копии высших прообразов, оригиналов этих предметов. Реально и в неизменном виде существуют эти прообразы, которые он называл идеями. Они существуют в идеальном мире, где все совершенно и вечно. Что касается нашего мира, они возникают, изменяются и исчезают и потому лишены истинного существования [3].

Рассуждая о времени, Платон считает, что это заменитель вечности, его несовершенное воплощение в мире. Время движется, течет и таким путем стремится подражать вечности. Он говорит: «...чтобы время родилось от разума и мысли бога, возникли Солнце, Луна и пять других светил, именуемых планетами... Все эти светила назначенные участвовать в устройении времени, получили подобающее им движение. В свете открытия «темной» материи возможно небеспочвенными выглядят утверждения Платона о существовании подлинной реальности, в которой существуют прообразы, или идеи. Дальнейшее изучение свойств «темной материи» покажет насколько это предположение обоснованно.

Кроме того, если эти идеи вечны, значит, и время, каким мы его себе представляем, там отсутствует, поскольку там ничего не меняется, а находится в равновесии. Время атрибут трехмерного мира, как производное «движения». Но движение совершается по замкнутым траекториям и оно циклично, значит и время циклично. Обращаясь к известной формуле классической физики, связывающей пройденный путь со временем, следует задаться вопросом, какая разница в каких единицах измерять совершаемое «действие» по преодолению расстояния в метрах или секундах.

Первая физическая концепция времени была создана трудами Г. Галилея и И. Ньютона и стала известна как классическая механика. В ней сущность времени проявлялась в *движении*. Время представляло собой непрерывный и равномерный поток неограниченный как в прошлое, так и в будущее, а скорость его везде считалась одинаковой и ни от чего не зависела, время стало абсолютным. Областью применения классической механики был макромир, в котором действовали два условия:

- 1) скорости изучаемых объектов должны быть малы по сравнению со скоростью света;
- 2) силы тяготения должны быть слабыми, чтобы не вызывать в них больших скоростей.

И. Кант – классик идеализма (XVIII–XIX веков) считал, что время, также как и пространство не являются свойством самой природы. Он рассматривал время как свойство человеческой познавательной природы. Это только те формы, в которых человек воспринимает внешний мир.

Иначе говоря, время по Канту имеет психическую природу, поскольку зависит от свойств мыслительной деятельности человека. В работах [4, 5] отмечалось, что на темп времени влияет внутренняя энергия субъекта, которую он может использовать для психической деятельности. С ее ростом темп времени повышается.

Разработка теории относительности, которая принадлежит А. Эйнштейну, не просто расширило представление о времени, которое оказалось *относительным*. Оно перевернуло сознание человека. Вместе с пространством оно составляет единый четырехмерный мир, в котором разыгрываются все физические явления. Это единство особенно сильно проявляется, когда скорость движущегося тела приближается к скорости тела. В теории относительности абсолютность времени перестает существовать. Во-первых, темп времени становится зависимым от движения и поэтому становится относительным. Во-вторых, два события, одновременные в классической механике,

становятся неодновременными в теории относительности: то, что одновременно по одним часам, неодновременно по другим часам, если они движутся друг относительно друга. В-третьих, вблизи гравитационных масс время течет медленнее, чем вдали от них.

На самом деле создание Общей теории относительности запустило в действие новую реальность, которую большинство человечества до сих пор не заметило.

На основе анализа уравнений теории относительности русский математик А. Фридман предсказал расширение Вселенной, которое продолжается около 15–18 миллиардов лет, в результате появилась мера времени, определяющая темп эволюции Вселенной. Одно из решений, которое он получил, указывало на то, что пространство закручено, и оно может «схлопнуться». То же самое может произойти со Вселенной, т.е. она может испытывать коллапс, если плотность пространства превысит некоторое критическое значение.

Замкнутая Вселенная похожа геометрическими свойствами на свойства поверхности сферы и реализуется, если плотность вещества в ней достаточно велика, чтобы остановить расширение.

Замкнутую вселенную невозможно наблюдать, она «замкнута на себя». При этом нельзя отрицать возможность нахождения в ней относительно тоже замкнутых вселенных по принципу «матрешки». Реализация такой схемы предполагает определение для каждой из замкнутых систем своей критической плотности вещества. Нет необходимости искать эти миры в глубинах космоса. Они существуют в каждой точке пространства. Почему нет с ними контакта? Потому что они существуют в других вибраторных диапазонах. Время в них могло быть циклическим.

Большой вклад в понимание природы времени внес Н.А. Козырев – выдающийся советский астрофизик, разработавший причинную механику. К свойствам времени Козырев относил:

- 1) направленность времени или ход (от прошлого к будущему);
- 2) выработку энергии, противодействующую росту энтропии (хаоса);
- 3) способность отражаться подобно световым лучам;
- 4) наличие плотности.

Выступая против теории тепловой смерти Вселенной, он утверждал, что физическое время выступает в качестве «движущей силы» или носителя энергии. Время является «топливом» для нашего солнца и других звезд предотвращая рост энтропии.

Проводя эксперименты с различными гироскопами, Козырев изучал ход времени. Он установил численное значение скорости перехода причины в следствие. Она составила $C_2 = 2200$ км/с и является постоянной и единой для всего мира. Он также установил, что между причиной и следствием существует пространственно-временная точка, «пустая» точка, не принадлежащая ни причине, ни следствию.

Учитывая то, что последние открытия в физике и астрофизике свидетельствуют о глубоких перестроечных процессах в пространственно-временном континууме, скорость перехода причины в следствие должна была подрасти, так же, как и ход (темп) времени.

На наш взгляд, это уникальная точка в том смысле, что там происходит объединение пространства и времени, механизм причинно-следственных связей исчезает и возникает взаимообусловленность, а время в нашем представлении исчезает. Согласно работе [6] плотность энергии вакуума составляет порядка 10^{113} Дж/м³. Тогда из соотношения неопределенности Гейзенберга следует, что время в этой точке стремится к нулю. Передача информации через такие «точки» отличается от характера распространения световых волн. Козырев утверждал, что «...время появляется сразу во всей Вселенной, поэтому связь через время должна быть мгновенной» [7].

В работах академиков РАЕН А.Е. Акимова и Г.И. Шипова временные потоки получили название торсионных полей, поскольку их источником являются вращающиеся объекты (звезды, галактики). Как масса является источником гравитационного поля, а электрический заряд – электромагнитного поля, так вращение тел – источником торсионного поля.

«Исследуя поля, характеризующие поток времени, источником которого являются звезды, объекты с большим угловым моментом вращения, Козырев по существу исследовал торсионные поля, но в другой терминологии», – отмечал в своих работах академик Г.И. Шипов [7]

Слово «торсио» в переводе с латинского языка означает кручение или вращение. Все пространство вселенной пронизано вихрями, имеющими разную скорость и момент вращения. Для человека такое вращение незаметно. Для нашей Галактики скорость составляет 828000 км/час [8]. Судя по единицам измерения, это линейная скорость, очевидно крайней зоны Галактики.

Козыреву принадлежит уникальный эксперимент, проведенный вместе с его сотрудником В.В. Насоновым. Ими было изучено около 40 астрономических объектов с целью определения истинного их положения в текущий момент времени. В обычный 50-дюймовый телескоп-рефлектор был вмонтирован специально созданный детектор плотности времени, на которое проецировалось изображение наблюдаемого объекта (например, звезды). Плотность времени измерялась по показаниям гальванометра. Когда телескоп был направлен в точку времени, где должна была находиться звезда в данный момент времени, но была невидима для человеческих глаз, стрелка гальванометра отклонялась, измеряя изменение плотности времени в этой точке неба. Но самым удивительным было то, что гальванометр давал показания, когда телескоп был направлен в точку неба, в которой по расчету должен будет находиться астрономический объект в будущем, туда, куда она придет через несколько тысяч лет.

Пустая точка. Открытие существования «пустой» точки имеет важнейшее значение. В этой точке причина и следствие прекращают свое существование. Нет смысла в этих точках выяснять, что является причиной некоторого процесса, а что является его следствием, поскольку возникает явление взаимообусловленности. Когда мы слышим, что скорость торсионного сигнала необычайно высока, это значит что распространение сигнала, если здесь приемлемо слово «распространение», происходит через эти точки. Характеризуя торсионные поля, Г.П. Шипов пишет: «Они появляются во всех точках Вселенной и мгновенно накрывают ее всю разом – для них нет понятия распространения или скорости» [7].

Время как атрибут учебного процесса

Интерес к феномену времени как важному фактору учебного процесса связан не только с точки зрения эффективности его использования при надлежащем применении современных образовательных методик, но и той глубинной сути, которая кроется в ее фрактальной природе. Однако, в своем использовании понятия времени мы по-прежнему основывались на устоявшемся его представлении как о линейном времени.

Действительно, изучение параметров физических процессов происходит в зависимости от времени, которое равномерно течёт из прошлого в будущее и ничто не может на этот ход повлиять. И хотя время является относительным, поскольку в разных системах отсчёта имеет разное значение, а также может меняться в зависимости от скорости движения этой системы при её близости к скорости света, тем не менее, в сознании людей время сохраняет свой линейный ход.

Между тем рассмотрение природных явлений как на микро-уровне, (например, атомы, элементарные частицы и т.д.), так и на макроуровне (например, солнечная система, галактика и т.д.) демонстрирует нам движение этих объектов по замкнутым траекториям. Иначе говоря, их движение циклично, и каждый цикл совершается за определённый промежуток времени, который варьируется, но в среднем его размер один и тот же. Криволинейные траектории микро- и макрообъектов отличаются своими размерами, но в их основе лежит один и тот же фрактал – замкнутая петля, пространственно-го или временного фрактала.

Совершаемое объектом действие в трёхмерном пространстве можно описать как с помощью расстояния (пройденного пути), так и времени, при этом связь между ними устанавливается через коэффициент пропорциональности – скорость объекта.

Таким образом, прямолинейность движения – это абстракция, ею можно пользоваться при малых расстояниях и временах. Но эта абстракция глубоко укоренилась в сознании человека.

Для реализации своих тактических и стратегических задач курсанту ежедневно приходится начинать их решать с исходной точки (учебный корпус, общежитие, плац и т.д.), откуда он отправляется на выполнение своих профессиональных или боевых задач. Реализовав их или – нет, он по завершении очередного круга возвращается в исходную точку. Итак, каждый день с некоторыми вариациями в зависимости от учебного процесса, каникул и т.д. В его сознании формируются ментальные программы, по завершении которых курсант оказывается в той точке, откуда начал своё движение.

С точки зрения трёхмерного мышления увидеть эту аналогию сложно, но вспомнив, что время считается четвёртой координатой, и допустив, что сознание многомерно, становится очевидным присутствие цикличности в учебном процессе курсанта.

Итак, жизненный путь курсанта в период обучения можно представить в виде петли, проходя по которой не один раз, он получает профессиональное образование. Выбрав в качестве координаты любую его точку на петле как начало движения и его направление, тогда все точки пути, лежащие впереди, будут достигнуты в будущем (будущее впереди), а те, что лежат позади – были преодолены в прошлом (прошлое позади). По мере продвижения по петле в будущее, оно становится настоящим, а дальнейшее движение переводит его в прошлое. Для трехмерного сознания курсанта время по-прежнему остается движением из прошлого и в будущее. Сознание не способно уловить эффект цикличности (петли).

Итак, если бы наблюдатель имел многомерное сознание, то фиксируя петлю, он бы прошлое, настоящее и будущее воспринимал одновременно, что можно определить как время *вечного сейчас*.

Сопоставляя *линейное* время и время *вечного сейчас* укажем очевидную разницу между ними. В линейном времени вчера – это то, что уже произошло и больше не повторится. Сегодня – это то, что происходит сейчас, а завтра – это то, что ещё не наступило, и каким оно будет ещё неизвестно. Между тем надо заметить, что прошлое, настоящее и будущее разворачиваются в бесконечной последовательности временных точек в *сейчас*.

Однако во времени *вечного сейчас* существование объекта реализуется одновременно в присутствии прошлого, настоящего и будущего. Для субъекта мыслящего в категории *вечного сейчас* Это его коренное отличие от мыслящих линейно создаёт для него благоприятные возможности для адекватного восприятия и познания окружающего мира.

Действительно, имея возможность видеть весь свой учебный путь, включая прошлое, настоящее и будущее, которые последовательно перетекают одно в другое, что представляет собой *вечное сейчас*, курсант видит, как прошлое действие отразится на настоящем, а это в свою очередь подскажет, чего ожидать в будущем. Это позволяет ему получить полную картину того, кем он является и кем он может стать. По сути, он является командиром своей реальности и может управлять своей действительностью,

Курсант, продолжающий жить в линейном времени, плохо отслеживает причинно-следственную цепочку, и для него наступление будущего курса всегда таит в себе угрозу. Поэтому он пребывает в непрерывном стрессе и страхе.

В отличие от такого сценария курсант, живущий во времени *вечного сейчас*, знает, что происходящее с ним *сейчас* уже было. Поэтому в его арсенале уже есть необходимый инструмент для преодоления возникшей проблемы.

Понимание цикличности временных потоков и петли времени позволит по-новому относиться к потоку времени, который организует его личное пространство и обеспечит эффективность использования времени.

Вывод. Культура времени позволит за счет интуиции как импульса времени осуществить намерение, которое является инструментом для стратегического образа действия.

Пошаговый метод осуществления намерения создаст условия для овладения тактическим мышлением, которое подчинится поступательному течению времени.

Понимание цикличности временных потоков и петли времени требует по-новому относиться к феномену потока времени, который организует его личное пространство и обеспечивает эффективность использования времени.

Список литературы:

1. Новые тенденции в науке / И.В. Беляев [и др.] // Сбор. научн. статей XI Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 570 с.
2. Колесников В.П. Астрофизическое влияние времени на сознание / В.П. Колесников, Е.И. Эн-сис, В.В. Терехов // Сборник научн. статей XII Межд. науч.-практ. конф. «Научные чтения им. проф. Н.Е. Жуковского». КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 448 с.

3. Платон. Собрание сочинений : в 4 т. – М. : Мысль, 1994. – Т. 3. – 654 с.
4. Эффективность использования времени в учебном процессе / Д.А. Березкин [и др.] // Сбор. научн. статей XI Межд. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 60-й годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. КВВАУЛ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – 570 с.
5. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : КВВАУЛ, 2021. – 190 с.
6. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
7. Нефедовский В.А. Исследования в области развития пространственного мышления будущего военного летчика / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 2. – С. 226–237.
8. Варфоломеева С.В. Применение образовательных 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.
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 : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
10. 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.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ
В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ



PEDAGOGICAL INNOVATIONS IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM

Черный Р.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fobos2002@mail.ru

Пережогин Л.А.

кандидат технических наук, доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
perezhogin1946@rambler.ru

Савицкий Ю.А.

доцент,
Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
yurahelen1@mail.ru

Попов И.Н.

доцент,
ВУЦ МЭИ, г. Москва
yurahelen1@mail.ru

Аннотация. В статье авторами рассматривается переход постиндустриальной формации общественного устройства определяет развитие системы образования путем нововведений. Решение соответствующих задач требует релевантной постиндустриальному обществу методологии, которая сможет обеспечить эффективное управление нововведениями в образовании на протяжении полного жизненного цикла инноваций. Механизмом, благодаря которому инновация проходит путь от зарождения идеи до доведения готового образовательного продукта до конкретного потребителя, является логистика. Сегодня сформировались две позиции относительно применения логистики в образовании. Первая представлена образовательной логистикой, нацеленной на устойчивое функционирование инфраструктуры образовательной системы. Вторая – педагогической логистикой, обеспечивающей воспроизводство эффективности и качества учебно-воспитательного процесса.

Ключевые слова: логистика педагогических инноваций, образовательная система, образовательная логистика, педагогическая логистика, территориальный образовательный кластер.

Chernyy R.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
fobos2002@mail.ru

Perezhogin L.A.

PhD of Technical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
perezhogin1946@rambler.ru

Savitsky Yu.A.

Associate Professor,
Krasnodar Higher Military Flight School
yurahelen1@mail.ru

Popov I.N.

Associate Professor,
VUTC MPEI, Moscow
yurahelen1@mail.ru

Abstract. In the article, the authors consider the transition of the post-industrial formation of the social structure determines the development of the education system through innovations. The solution of the relevant tasks requires a methodology relevant to the post-industrial society, which will be able to ensure effective management of innovations in education throughout the full life cycle of innovations. The mechanism by which innovation goes from the origin of an idea to bringing a finished educational product to a specific consumer is logistics. Today, two positions have been formed regarding the application of logistics in education. The first is represented by educational logistics aimed at the sustainable functioning of the infrastructure of the educational system. The second is pedagogical logistics, which ensures the reproduction of the effectiveness and quality of the educational process.

Keywords: logistics of pedagogical innovations, educational system, educational logistics, pedagogical logistics, territorial educational cluster.

Современные тенденции развития образования разных стран мира формируются под влиянием необходимости таким образом выстроить систему подготовки граждан, чтобы обеспечить социальную успешность каждого индивида в условиях постиндустриального общества. В нем человек востребован как «работник знания», создающий новую продукцию – информацию, услуги, решения. Инновации становятся самостоятельной социальной ценностью и приоритетом развития системы образования. Подготовить человека к производству инноваций можно только погрузив его в образовательную среду, которая сама существует и развивается на основе нововведений.

Формирование такой среды требует методологии, релевантной постиндустриальному обществу, на основе которой можно обеспечить полный цикл создания педагогических инноваций. Механизм, благодаря которому инновация проходит путь от зарождения идеи до воплощения в конкретном образовательном продукте и его доведения до конкретного потребителя, описывается термином «логистика».

В экономике, где он появился, этим понятием обозначают научную дисциплину и одновременно процесс и средство управления различными потоками в организации: материальными, финансовыми, информационными, сервисными и иными. Поток рассматривается как целостность объектов, движущихся в определенном направлении в пределах некоторого временного интервала, измеряемая в этот период в каких-либо абсолютных единицах [1].

Охватывая всю совокупность процессов, логистика является методологией оптимизации любых потоков [3], рационализируя и гармонизируя их, причем не только в экономических системах. Благодаря этому логистика становится универсальным способом менеджмента в социальных системах. Это позволяет перенести логистику из экономики в сферу образования, в деятельность образовательных учреждений или их объединений (территориальных образовательных кластеров [4]), которые мы рассматриваем как образовательные системы. Учитывая, что такие системы развиваются путем нововведений, мы предлагаем понятие «логистика педагогических инноваций» с обоснованием которого связываем цель нашего исследования.

Стремление исследователей осуществить трансфер логистики в образование привело к появлению сразу двух новых терминов – образовательная и педагогическая логистика, и соответствующих им научных позиций.

Категория «образовательная логистика» описывает науку, обеспечивающую синтез разнообразных методов исследования образовательных потоков с целью «эффективного приращения культуры личности у потокообразующих субъектов образовательной деятельности» [2]. На уровне школы образовательная логистика отвечает за преемственность и гармонизацию предметов, программ и учебников [1], в вузах – за достижение совокупности образовательных целей [3].

Можно заметить, что образовательная логистика рассматривается как средство внешнее по отношению к педагогическому процессу. Понимание специфики содержания образования, его целей и средств, направленности на развитие личности в интересах общества и человека [1] остаётся за ее границами. Образовательная логистика – это способ решения задач, связанных с управлением инфраструктурой образовательной организации, которая создает условия, сопутствующие деятельности педагогов, но не определяющие ее качество. Однако при использовании такой логистики велика вероятность подмены тезиса, в результате чего из анализа образовательной системы «инфраструктурная реальность» может вытеснить собственно педагогическую составляющую [4].

Педагогическим приоритетам в большей степени соответствует педагогическая логистика. Здесь рамку содержания задает не столько экономика и управление образовательной организацией, сколько реализуемая в ней педагогическая система.

Появление категории «педагогическая логистика» связывается с работами эстонского психолога В.М. Лившица. В своих работах он [6], а вслед за ним и другие исследователи [2], рассматривают педагогическую логистику как науку «о планировании, организации, управлении и контроле педагогических потоков с целью их системной интеграции и оптимизации при заданном уровне качества образовательно-воспитательного процесса» [3]. Другими словами, это наука, которая занимается менеджментом (управлением) педагогических потоков. Названия и содержание этих потоков заметно отличаются от тех, которыми оперирует образовательная логистика.

Материально-технический поток обеспечивает инфраструктуру образовательного процесса. Образовательно-воспитательный и дисциплинарно-информационный потоки создают его педагогическое содержание, которое затем передается потоку обучающихся. Менеджмент обеспечивается управленческими потоками: кадрового обеспечения, контроля качества и стратегического планирования [5].

Интегрируясь между собой, эти потоки оптимизируют педагогическую систему, влияя на происходящие в образовательном учреждении события как в плане обучения, так и воспитания [7].

В то же время, при явной направленности на педагогическое содержание, приоритетом педагогической логистики, как и образовательной, становится гармонизация потоков для обеспечения функционирования, а не развития той системы, внутри которой осуществляется.

Изменить сложившуюся ситуацию можно при интеграции образовательной и педагогической логистик, дополнив их идеей развития образовательной инфраструктуры и педагогической системы, которая в ней функционирует. В этом случае сферой действия логистики становятся различные образовательные учреждения или их объединения, а миссией – обеспечение потока педагогических инноваций, выступающих одновременно в качестве продукта деятельности и в качестве фактора их развития.

Для проведения такой интеграции мы предлагаем использовать понятие «логистика педагогических инноваций», которым обозначим область теоретических исследований и практическую деятельность, направленную на согласование процессов и потоков в образовательной системе с целью создания условий, достаточных для производства, апробации и внедрения педагогических новшеств, а также продвижения полученных результатов в образовательной среде.

Такую логистику следует рассматривать как методологическую основу для совершенствования инновационной деятельности в территориальном образовательном кластере, которую можно описать как «поток педагогических инноваций». Появляясь в психическом мире определенного человека, этот поток формируется до максимума при получении образовательных результатов от педагогического нововведения и достигает финала в их продвижении как внутри образовательной системы, так и за ее пределами.

Очевидно, что логистика педагогических инноваций не ограничивается только этим потоком, а охватывает всю их совокупность в образовательной системе. Мы обозначим лишь самые общие характеристики потоков, которыми оперирует логистика.

Для их описания используем два параметра, отражающих ориентацию логистики на «функционирование – развитие»:

- 1) инфраструктуры и непедагогических ресурсов либо;
- 2) педагогической составляющей образовательной системы. В получившемся пространстве мы обнаружим пять типов потоков.

Инфраструктурные (ресурсные) потоки – материально-технические и финансово-экономические – обязательны для любой образовательной системы, поскольку формируют необходимые условия и ресурсы: помещения, оборудование, учебно- и научно-методическое обеспечение, кадровые и финансовые возможности.

Педагогические потоки представлены совокупностью процессов (потоками) обучения и воспитания, определяющих содержание образования, педагогические цели, способы и приемы – все, что образует педагогическую систему.

Поток помех (противоречий и конфликтов). Будучи направленной на функционирование образовательной инфраструктуры и педагогических процессов, логистика может способствовать возникновению потоков, препятствующих достижению целей развития образовательной системы. Как следствие, внутри и между инфраструктурными и педагогическими потоками возникнут противоречия и конфликты. Возникающие нововведения будут наталкиваться на инертность педагогов и руководства образовательного учреждения, стремящихся сохранить существующее состояние педагогической системы и сложившейся инфраструктуры.

Интегративные потоки представлены информационным потоком и потоком субъектов образовательных отношений. Опираясь на психологические закономерности, они выполняют посредническую функцию, связывая все остальные потоки и определяя их содержание.

Информационный поток образован сведениями и средствами, обеспечивающими их движение внутри образовательной системы. Он также включает в себя межличностные отношения и общение людей, которые одновременно являются объектами и субъектами логистики. Именно люди могут содействовать как потоку помех, так и возникновению педагогических нововведений.

Когда это происходит, в образовательной системе формируется поток педагогических инноваций. Он возникает при сочетании одновременной направленности логистики на развитие инфраструктуры и педагогической системы, а при сохранении этих тенденций начинает преобладать в жизнедеятельности образовательного учреждения.

Выделение этих потоков позволяет определить цель логистики педагогических инноваций: согласовать процессы и события в образовательной системе таким образом, чтобы сложился устойчивый поток педагогических нововведений. Это сформирует условия, требуемые для эффективной деятельности и развития образовательной системы в единстве её инфраструктуры и педагогического содержания.

Одновременно цель логистики будет разной в зависимости от того, рассматриваем мы её как сферу науки или как социальную практику. С научной точки зрения цель будет представлена установлением закономерностей и механизмов, обеспечивающих в образовательной системе поток педагогических инноваций. Для практической деятельности главным становится определение и использование ресурсов, позволяющих создать устойчивый поток педагогических инноваций, стимулирующий развитие инфраструктуры и педагогического содержания образовательного кластера.

Чтобы заявленные цели не были декларативными, требуется решение ряда задач. Первая из них связана с конкретизацией логистических потоков, их содержательного наполнения и специфических характеристик. Кроме того, необходимо получить исчерпывающие сведения о факторах возникновения и развития этих потоков. Третья задача состоит в выявлении механизмов и средств воздействия логистики педагогических инноваций на существующие потоки. Одновременно будут определены и скорректированы недостаточные и ошибочные логистические действия, намечены направления оптимизации логистики. Завершает перечень необходимых задач установление критериев и показателей оценки эффективности логистики педагогических инноваций, в основу которых будут положены изменения в характеристиках нововведений и развития образовательной системы.

Важным с методологической точки зрения является уточнение принципов, на которые опирается логистика педагогических инноваций. Их можно объединить в три группы, первая из которых объединяет принципы, характерные для логистики в образовании в целом: системности, вариативности, комплексности, конкретности, научности и конструктивности [2].

Применяясь в образовательной системе, логистика педагогических инноваций будет выстраиваться с учетом собственно педагогических принципов: гуманизации, демократизации, природо- и культуросообразности, целостности, профессиональной целесообразности и других [4].

Образовательные системы, в которых реализуется логистика педагогических инноваций, часто представлены объединением образовательных организаций и такой его формой, как региональный образовательный кластер. Соответственно, практика логистики будет опираться на принципы возникновения и функционирования образовательного кластера: инновационности, взаимосвязи и специализации участников кластера, синергизма, гибкости, самоорганизации, открытости, взаимодействия и т.п. [4].

Вопрос о методах и способах логистики педагогических инноваций к настоящему времени открыт. Однако можно утверждать, что механический перенос традиционных инструментов классической логистики (кибернетический метод, прогностический метод, метод сценариев и другие) в систему образования не будет релевантен заявленным целям и без должной адаптации принесет больше вреда, чем пользы.

Таким образом, теоретический анализ логистики педагогических инноваций как методологии управления нововведениями в образовании позволяет сделать следующие выводы.

Обеспечение полного жизненного цикла нововведений в образовании от зарождения идеи до воплощения в конкретном образовательном продукте и его доведения до конкретного потребителя требует системной инновационной деятельности, организуемой на основе логистики.

Применение логистики в сфере образования привело к возникновению двух различных слабо согласованных между собой позиций. Первая представлена образовательной логистикой, сосредоточенной на воспроизведении и функционировании инфраструктуры образовательной системы. Педагогические достижения и результаты, являющиеся отражением успешного функционирования образовательной системы, становятся целью педагогической логистики. Опираясь разными потоками и руководствуясь различными целями, образовательная и педагогическая логистики объединены общей направленностью на репродукцию системы, где они реализуются.

Актуализация вектора развития переориентирует деятельность логистики в образовании благодаря интеграции возможностей образовательной и педагогической логистик. Для осуществления такой интеграции мы предлагаем ввести понятие «логистика педагогических инноваций», которое будет выполнять по отношению к ним функцию родовой категории. Определим логистику педагогических инноваций как область теоретических исследований и практическую деятельность, направленную на создание в образовательной системе устойчивого потока педагогических инноваций, объединяющего производство, апробацию и внедрение педагогических новшеств, а также продвижение полученных результатов.

Объектом логистики педагогических инноваций является целостное развитие инфраструктурных и педагогических элементов образовательной системы. Предметом – реализующиеся в ней потоки:

- 1) инфраструктурные потоки (к ним можно отнести материально-технический и финансово-экономический);
- 2) педагогические потоки (потоки обучения и воспитания);
- 3) поток педагогических инноваций (поток развития);
- 4) поток помех (противоречий и конфликтов);
- 5) интегративные потоки (информационный поток и потоки субъектов образовательных отношений).

Гармонизация этих потоков как внутри процессов и компонентов, образующих потоки, так и между собой, обеспечение стабильного потока педагогических инноваций, обеспечивающего позитивные изменения образовательной системы, является основной целью логистики.

Список литературы:

1. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.
2. 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.
3. 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.
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 : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
5. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
6. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
7. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.
8. Грошев Р.В. Эволюция органов управления военным образованием / Р.В. Грошев, М.В. Парфенов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 3(7). – С. 14–18.
9. Грошев Р.В. Изменения в порядке организации и осуществления образовательной деятельности по программам высшего образования / Р.В. Грошев, Д.И. Лютов // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 4(8). – С. 167–170.
10. Грошев Р.В. Военно-образовательная политика СССР второй половины XX века в контексте подготовки летных кадров / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 2(2). – С. 91–97.

УДК 519.816

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
СИЛ И СРЕДСТВ В КУРСОВОЙ РАБОТЫ**



**FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCIES
IN SOLVING THE PROBLEMS OF RATIONAL DISTRIBUTION
OF FORCES AND MEANS IN THE COURSE WORK**

Головнина Н.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
n.v.p.2006@mail.ru

Черный Р.Р.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
fobos2002@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению задач вычисления математического ожидания пораженных целей в курсовой работе. Предлагаются различные задачи распределения сил и средств. Рассматривается роль военно-прикладных задач при обучении математике.

Ключевые слова: распределение сил и средств, математическое ожидание.

Golovnina N.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
n.v.p.2006@mail.ru

Chernyy R.R.

Krasnodar Higher Military Flight School
fobos2002@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the possibility of calculating the mathematical expectation of hit targets in the course work. Various examples of the distribution of forces and means are considered.

Keywords: distribution of forces and means, mathematical expectation.

Использование математики в области военно-прикладного дела выражается в том, что по мере изучения математики, открываются пути использования полученных знаний при дальнейшей службе. Во время занятий по математике в ходе практических работ должны осваиваться темы за счёт решения военно-прикладных задач. Таким образом, теоретические знания обретают в глазах курсантов особый интерес к математике, понимая практическую пользу изучаемого предмета, что, несомненно, приводит к повышению успеваемости в данной дисциплине. Курсанты, получая первоначальные практические навыки в использовании методов в области математики, могут в дальнейшем использовать полученный опыт в интересах своей будущей профессии. Включение в систему самостоятельных работ решение прикладных задач позволяет курсантам реализовать знания специально-технических и тактических дисциплин на современном научном уровне [1].

Решение прикладных задач, приближенных к реальной ситуации, посредством математических методов обеспечивает более глубокое раскрытие содержания и объёма понятий, изучаемых в математике, а также характера связей учебной и профессиональной деятельности.

Военно-прикладные задачи, по нашему мнению, являются эффективным способом поддержания и развития у курсантов интереса к математике, и, как следствие, активному овладению новых математическими знаниями. Опыт в этой области позволяет нам утверждать, что особый интерес у курсантов к решению тех задач, содержание которых связано с их служебной деятельностью и будущей боевой службой [2].

Одной из задач, решаемых методами теории боевой эффективности, является задача целераспределения при действиях по комплексу целей, при котором эффективность действий будет максимальной. Эту задачу часто называют задачей распределения сил и средств. Обычно задача распределения решается в связи с выполнением задач поражения объектов противника.

Основная особенность задачи распределения сил и средств заключается в том, что имеющиеся в наличии средства поражения обычно бывают ограничены, т.е. для полного уничтожения всех целей отпущенных средств часто бывает недостаточно, и, кроме того, они, как правило, неодинаковы по своей эффективности. В этих условиях и возникает задача целесообразного распределения отпущенных сил и средств по це-

лям, чтобы ожидаемый результат воздействия оказался оптимальным с точки зрения выполнения боевой задачи [3].

В простейших случаях, когда количество объектов действий и применяемых средств невелико, задача распределения сил может решаться сравнительно простыми методами, которые здесь будут характеризованы. Часто решение задачи потребует больших по объему вычислений, и тогда возникает необходимость использования различных информационных технологий, в зависимости от условий боевых действий (тип и количество средств поражения, целей, порядок нанесения ударов и т.д.) задача распределения может решаться различными математическими методами, такими, как линейное, нелинейное, динамическое программирование, перебор вариантов.

Использование задач линейного программирования возможно в курсовой работе. Поэтому покажем только область его применения при решении задач распределения. Методом линейного программирования решаются такие задачи распределения, когда общий ущерб, нанесенный совокупностью средств, равен сумме ущербов, нанесенных каждым отдельным средством. В этом случае на каждую цель противника обычно выделяется одно средство. При этом, если произведение числа типов средств на число типов целей не превышает шести, задача может решаться графически, в противном случае – аналитическими методами.

Если по цели планируется применение более одного средства, то такие задачи решаются методом нелинейного программирования. Этот метод позволяет находить оптимальное решение задач, в которых критерий эффективности и система ограничений выражаются нелинейными зависимостями от переменных.

Математический аппарат динамического программирования применяется в тех случаях, когда боевые действия включают ряд последовательных «этапов» и нужно так распределить силы и средства на каждом этапе, чтобы эффективность всей операции была максимальной. Так, например, методами динамического программирования могут решаться следующие задачи [4]:

а) Истребители-бомбардировщики при полете к цели должны преодолеть эшелонированную систему ПВО противника. Часть сил выделяется для подавления средств ПВО. Каким должен быть состав ударных групп и групп подавления ПВО, чтобы математическое ожидание числа непораженных самолетов было максимальным?

б) На бомбардировщике имеется ограниченный запас дипольных отражателей (пассивных помех), которые могут быть использованы при выполнении полета к цели. В какие моменты времени и сколько необходимо их «сбрасывать», чтобы вероятность достижения цели была максимальной?

Наиболее простым способом (с точки зрения применяемого математического аппарата) является способ перебора вариантов. Этим способом принципиально можно решить любые задачи распределения. Перечисленные методы математического программирования по существу содержат в своей основе способ перебора вариантов в том смысле, что позволяют более экономным путем из всего многообразия вариантов действий выбрать оптимальным.

Последовательность решения задачи способом перебора вариантов следующая:

Выбирается критерий распределения, который зависит от поставленной задачи, характера цели и применяемых средств поражения. Основными критериями, по которым чаще всего производится распределение, являются:

- математическое ожидание числа пораженных целей;
- вероятность поражения заданного числа целей;
- математическое ожидание площади поражения целей.

Вычисляется критерий распределения для каждого варианта и выбирается тот вариант, для которого значение критерия будет максимальным.

Для уяснения принципов решения задач распределения рассмотрим ряд примеров, из которых будет видно, как производится выбор вариантов и какой выигрыш дает правильный выбор варианта распределения сил и средств.

Наиболее распространенными направлениями использования линейного программирования в военном деле являются:

- задача о перевозках (транспортная задача);
- задача на распределение сил и средств (распределение сил и средств поражения по целям, распределение сил и средств разведки и др.).

Распределение по математическому ожиданию числа пораженных целей.

Задачи характерны тем, что в их условиях не накладывається никаких ограничивающих условий по количеству применяемых средств поражения по каждой цели.

Задачи оптимального распределения средств поражения в общем виде формулируются так [4]:

Пусть имеется m различных средств поражения (A_1, A_2, \dots, A_m) и n различных типов целей (B_1, B_2, \dots, B_n), и пусть известна вероятность p_{ij} поражения средством A_i цели B_j . Требуется так распределить средства поражения по целям, чтобы получить **максимальное значение** математического ожидания числа уничтоженных целей. Другими словами, требуется так распределить средства поражения по целям, чтобы общий эффект применения был в определенном смысле оптимален. Поражение противника является одним из важных элементов боевых действий. Поэтому решение задач на поражение является важным этапом при планировании и управлении боевыми действиями.

Обозначим x_{ij} число средств A_i , выделенных на цель B_j ; a_i – число средств A_i ; b_j – число целей B_j . Тогда математическая модель военно-прикладной задачи имеет вид:

Целевая функция $M(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} x_{ij} \rightarrow \max$. $M(X)$ – математическое ожидание

числа уничтоженных целей и требуется найти её максимальное значение на заданной системе уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = a_i \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = b_j \end{cases} \quad x_{ij} \geq 0; \quad i = 1, 2, 3; \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

Базисное решение системы, реализующее максимум целевой функции, и будет определять оптимальное распределение средств поражения по целям. Поиск этого оптимального базисного решения и является основной целью рассматриваемой задачи.

Распределение сил и средств при условии действий по максимально возможному числу целей.

Это условие может быть сформулировано так: ни по одной цели не действуют дважды, пока еще есть хотя бы одна цель, оставшаяся без воздействия. Такое условие может быть наложено в случае, когда противник применяет ложные цели или на m точно известно, где расположены важные цели (например, самолеты-носители, авианосцы и т.п.), или когда все цели имеют важное значение. При наложении условия действий по максимально возможному числу целей задача распределения сил и средств упрощается за счет сокращения числа вариантов решения. Сформулируем подобную задачу. Для действий по b_j различным пусковым установкам выделено a_i звеньев поражения. Вероятности поражения x_{ij} различных звеньев поражения по различным пусковым установкам с учетом противовоздушного противодействия средств ПВО заданы в таблице. Определить оптимальный вариант распределения сил и средств, при котором математическое ожидание числа пораженных целей будет максимальным, если необходимо действовать по все целям. Исходя из условия, задача может быть решена методами линейного программирования.

Рассмотрим задачу распределения сил и средств при одинаковых вероятностях поражения с учетом неравноценности целей. При решении практических задач часто встречается случай, когда каждая из целей поражается каждым из средств поражения n приблизительно с одинаковой вероятностью W . Задача распределения сил и средств при таком условии сводится только к распределению числа средств по каждой цели. Доказано, что максимальное математическое ожидание числа пораженных целей (а также и максимальная вероятность поражения всех целей) будет при равномерном распределении средств поражения по целям. Такое целераспределение называют полностью организованным. При полностью организованном целераспределении математическое ожидание числа пораженных целей определяется формулой:

$$M = N \left[1 - (1 - W)^k \left(1 - \frac{r}{N} W \right) \right],$$

где n – число средств поражения; N – число целей; W – вероятность поражения каждой цели каждым средством; k – целая часть от деления $\frac{n}{N}$; r – остаток от деления $\frac{n}{N}$.

Рассмотрим задачу распределения по вероятности поражения всех заданных целей.

Целью боевых действий может быть не только достижение наибольшего ущерба выделенными средствами, но и поражение всех заданных целей. Так, например, может быть поставлена задача по уничтожению всех выявленных целей в данном районе, всех воздушных целей при обороне важного объекта и т.д. В этом случае эффективность выполнения боевой задачи оценивается по вероятности поражения всех заданных целей. Поскольку необходимость поразить все заданные цели, то задача распределения сил и средств имеет смысл тогда и только тогда, когда число средств поражения не меньше числа целей. Вероятность поражения всех целей выражается произведением вероятностей поражения отдельных целей: $\prod_{i=1}^N P_{ni}$.

Последняя задача для рассмотрения – это распределение сил и средств по математическому ожиданию площади пораженных целей. При действиях по площадным целям эффективность применения средств поражения характеризуется величиной поражаемой площади цели. Поэтому за критерий распределения сил и средств чаще всего определяют математическое ожидание площади поражения всех целей S_n или математическое ожидание доли площади поражения всех целей, равное:

$$M_{ni} = \frac{S_n}{S_{\Sigma}},$$

где S_{Σ} – сумма площадей всех целей.

В статье рассмотрены только некоторые характерные задачи распределения сил и средств и задачи целераспределения, далеко не все из которых могут встречаться на практике. Однако, методы решения этих задач, приведенные в статье, позволят решать и другие не очень сложные задачи и использовать их решение в курсовой работе.

Список литературы:

1. Лавров Ю.К. Краткий курс высшей математики : учеб. пособие для высш. воен. авиац. уч-щ летчиков / Ю.К. Лавров, М.А. Улановский; М-во обороны СССР, ВВС. – М. : Воениздат, 1990. – 423 с.
2. Кандуко М.Х. Разработка высокопроизводительных web-приложений / М.Х. Кандуко, Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: V Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 54-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. – Краснодар, 2015. – С. 148–152.
3. Медведев Ю.С. Исследование оценки защищенности информационных систем методами имитационного моделирования / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // В сборнике: XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2021. – С. 504–505.
4. Медведев Ю.С. Резервирование базы данных инструментами СУБД Oracle / Ю.С. Медведев, В.В. Терехов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2021. – № 3. – С. 41–43.

УДК 37.01

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССОМ В ВУЗЕ



ORGANIZATIONAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS OF EDUCATIONAL
PROCESS MANAGEMENT AT THE UNIVERSITY

Чумак П.В.

кандидат технических наук
Кубанский государственный технологический университет
chumak1987@mail.ru

Чумак И.А.

магистрант,
Кубанский государственный технологический университет
chumak1987@mail.ru

Васькова Н.И.

кандидат педагогических наук, профессор,
Краснодарский государственный институт культуры
kguki@list.ru

Аннотация. Оценка трендов на рынке труда показывает, что растет число профессий, в которых ценятся универсальные компетенции, в том числе критическое мышление. В предлагаемой исследовательской статье разработана теоретическая рамка для оценки организационных и педагогических условий формирования навыка критического мышления и проведен анализ этих условий в российских вузах.

Ключевые слова: мышление, управление образовательным процессом, квалифицированные специалисты, универсальные компетентности, высшее образование, студенты вузов.

Chumak P.V.

PhD in Technical Sciences,
Kuban State Technological University
chumak1987@mail.ru

Chumak I.A.

Master's Student,
Kuban State Technological University
chumak1987@mail.ru

Vaskova N.I.

PhD in Pedagogical Sciences,
Associate Professor,
Krasnodar State Institute of Culture
kguki@list.ru

Abstract. The assessment of trends in the labor market shows that the number of professions in which universal competencies, including critical thinking, are valued is growing. The proposed research article develops a theoretical framework for assessing the organizational and pedagogical conditions for the formation of critical thinking skills and analyzes these conditions in Russian universities.

Keywords: thinking, educational process management, qualified specialists, universal competencies, higher education, university students.

В последние годы наблюдается изменение трендов на рынке труда, часть профессий автоматизируется, на первый план выходят не рутинные аналитические и межличностные навыки. По этим причинам работодатели ожидают от своих сотрудников, как от квалифицированных специалистов, не только соответствующих знаний, но и навыков общения и сотрудничества, а также способности приобретать и использовать знания. В результате, требования, предъявляемые к выпускникам вузов, смещаются от овладения исключительно предметными навыками к развитию универсальных компетентностей, среди которых наиболее значимой выступает мышление. И, в частности, навык критически мыслить. Развитое критическое мышление (КМ) является одним из самых важных качеств выпускников вузов на рынке труда, в том числе и в России.

Одной из причин востребованности навыка КМ на рынке труда является быстрый рост количества информации. Интернет и социальные медиа являются наиболее широко используемыми источниками информации, однако, в силу недостаточного контроля за качеством публикаций и легкости их распространения, источники информации часто содержат неполную или недостоверную информацию [1], что может привести к получению ложных знаний [2].

Критическое мышление важно и для самого человека, чтобы принимать решения в своей карьере, приватной и общественной жизни. Исследования показывают, что люди, мыслящие критически, способны принимать более обоснованные решения, вести себя менее предвзято и склонны к эвристическому мышлению [1]. Они являются более информированными и активными гражданами [3].

В этой ситуации способность критически относиться к информации становится одной из компетенций, вопрос формирования которой решается научным и образова-

тельным сообществом во многих странах мира [4]. Однако в центре внимания исследователей, особенно в России, стоит школа, при этом именно высшее образование является основным поставщиком кадров на рынок труда, особенно учитывая его массовизацию. К тому же, по результатам исследований критическое мышление начинает развиваться в подростковом возрасте и достигает максимального значения после 25 лет, что вероятно связано с тем, что данный навык зависит от накопленного опыта. Это одна из причин повышения интереса к развитию критического мышления у студентов университетов.

Подтверждением возрастающего интереса к конструкту КМ в системе высшего образования является тот факт, что в действующую версию российских федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) высшего образования в качестве результатов обучения включены навыки поиска и критического анализа информации, применения системного подхода к решению проблем и конструирования аргументов [6].

Еще одним подтверждением того, что в России есть интерес к изучаемому конструкту, является тот факт, что в начале 2000-х годов Россия была включена в крупный проект «Развитие критического мышления через чтение и письмо» (РКМЧП) «Reading and Writing for Critical Thinking» (RWCT). Результатом этого проекта стал ряд методических материалов с практиками развития критического мышления, а также большое количество статей, описывающих опыт применения данной технологии [4].

Внимание к развитию критического мышления у студентов вузов существует не только в самой системе образования, но и со стороны бизнеса и некоммерческого сектора. Неслучайно такие влиятельные организации, как, например, Агентство стратегических инициатив реализуют программы по развитию мышления.

Однако, несмотря на то, что навык КМ востребован представителями рынка труда, общественности и самими людьми, система образования признает важность развития этого навыка, тем не менее, результаты исследований показывают, что уровень развития изучаемого конструкта у студентов остается критически низким [6]. Важно отметить, что навык критического мышления не развивается и у российских студентов, о чем свидетельствуют результаты международного сравнительного исследования Supertest [1]. Эти данные подтверждаются мнением работодателей, которые утверждают, что выпускники вузов выходят на рынок труда с дефицитом навыков критического мышления [2]. Таким образом, возникает несоответствие между признанием важности развития КМ и современными образовательными результатами, именно этим фактом объясняется актуальность данного исследования.

За рубежом давно осознают проблему того, что КМ не развивается в процессе обучения в вузах, в следствие чего значительное количество специалистов занимаются изучением причин, препятствующих развитию критического мышления. В России интерес к изучению навыка и его формированию стал активно повышаться с 90-х годов XX века. Однако основная часть исследований касается описания технологий развития критического мышления.

Существенным ограничением для проведения доказательных исследований в России является отсутствие на уровне высшего образования стандартизированных инструментов оценки уровня критического мышления с удовлетворительными психометрическими характеристиками. Имеющиеся в России инструменты оценки КМ больше подходят для применения в целях формирующего оценивания [5].

За последние годы написано достаточное количество диссертаций на тему условий развития критического мышления, однако, большинство из них сосредоточено на описании конкретных методических приемов развития критического мышления на уровне преподавателя.

Для развития критического мышления у студентов в российских университетах необходимо создавать определенные условия. Отсутствие же таковых будет сказываться на приросте уровня критического мышления в процессе обучения в вузе. Более того, могут возникать и прямые барьеры для формирования КМ. Это очевидное предположение в диссертации должно наполниться содержательной моделью условий, специфичной для КМ.

По результатам зарубежных исследований критическое мышление не может развиваться в рамках традиционного (знаниевого) подхода. Однако в России данное мнение опирается на экспертную позицию авторов данных работ, оно не подтверждено

валидными результатами эмпирических исследований. Нисколько не умаляя значимости российских исследований, тем не менее, современные тенденции развития наук в области образования требуют доказательной основы, построенной на данных.

За рубежом проведено много исследований, доказывающих связь различных педагогических практик и критического мышления. В некоторых из них анализируются и организационные условия. Однако нельзя напрямую переносить результаты зарубежных исследований на российскую действительность. С одной стороны, потому что критическое мышление является культурно-обусловленным конструктом [2], поэтому и критерии оценки, и механизмы формирования необходимо разрабатывать с учетом культурного контекста российского образования. С другой стороны, по причине существенных различий в институциональных условиях в России и в других странах (нормативно-регулятивная модель управления, условия поступления, образовательные программы и т.д.).

Таким образом, нисколько не умаляя значимости предыдущих исследований, на основании проведенного анализа можно выделить ряд пробелов в научном знании:

- отсутствие исследований, основанных на объективных данных, направленных на изучение того, как включение КМ в ФГОС 3++ повлияло на практики развития данной компетентности;
- отсутствие моделей развития критического мышления, учитывающих организационные условия, способствующие развитию КМ и учитывающие культурную и историческую особенности российского образования;
- дефицит в России эмпирических доказательств эффективности условий развития критического мышления;
- отсутствие валидных и надежных инструментов оценки уровня критического мышления в России.

В связи с тем, что в России практически отсутствуют исследования, изучающие условия, положительно связанные с КМ, а результаты зарубежных исследований нельзя напрямую переносить в российский контекст, в качестве второго исследовательского вопроса был выделен вопрос – какие педагогические условия, предложенные российскими и зарубежными авторами, положительно связаны с развитием критического мышления? Ответ на этот вопрос позволит нам выделить перечень условий, которые необходимо создать в университете для развития у студентов навыка КМ. После чего важно будет посмотреть созданы ли выделенные условия в университетах, а также способствуют ли существующие организационные условия их созданию. Таким образом, третьим исследовательским вопросом выступил ключевой вопрос данного исследования – созданы ли в российских вузах педагогические условия, положительно связанные с развитием критического мышления и соответствующие им организационные условия?

Выбор компонентов критического мышления для включения в рамку инструмента оценки проводился по нескольким основаниям. Во-первых, критическое мышление рассматривалось по отношению к работе с информацией. Во-вторых, учитывая, что позиции авторов определений отличаются в зависимости от сферы их деятельности, выделяют три основных подхода – философский, психологический и педагогический.

Рассмотрение теоретических рамок перечисленных тестов оценки КМ сквозь призму педагогического подхода и целей данного исследования, были выделены следующие компоненты, составившие в дальнейшем теоретическую рамку для инструмента оценки КМ:

- поиск информации;
- подбор, анализ и оценка аргументов;
- формулировка выводов;
- построение причинно-следственных связей.

В основание изучения условий формирования критического мышления были положены принципы, сформулированные Дж. Дьюи, а именно – для развития мышления необходимо:

- 1) использовать конструктивистские практики, а именно активные методы обучения;
- 2) в ходе оценки образовательных результатов студентов сместить акценты со знания содержания на развитие мышления;

3) развивать у преподавателей компетенции, способствующие развитию мышления.

Несмотря на то что принципы, сформулированные в работах Дж. Дьюи имеют несомненное значение для развития мышления, важно понять какое место они занимают среди прочих факторов образовательных результатов и рассмотреть эти факторы. Для понимания полного набора условий, связанных с ОРС были изучены модели, объясняющие достигнутый студентами уровень образовательных результатов.

В нашем случае исследовательский интерес состоит в оценке условий, созданных внутри университета, для развития критического мышления. В понятие внутреннего «контекста» будут входить организационные и педагогические условия. Основанием для выбора именно этих компонентов условий послужили, во-первых, работы Дж. Дьюи. В своих работах, посвященных описанию условий развития мышления, Дьюи делает акцент на грамотной организации процесса обучения, проходящего внутри аудитории (classroom experiences).

Во-вторых, такие причины, как:

1) главным условием получения диплома является прохождение формальной учебной программы;

2) студенты проводят большую часть времени в аудитории;

3) педагогические практики и методы, применяемые преподавателями, считаются наиболее влиятельным инструментом для развития знаний и навыков студентов.

Организационные условия рассматриваются в контексте того, насколько они позволяют создать необходимые педагогические условия.

В понятие «организационные условия» в данной работе входит совокупность условий, которые должен создать руководитель администрации для достижения такой педагогической цели как развитие критического мышления. Создание условий требует организационных изменений, для того что бы сквозь ее призму были рассмотрены организационных условий для развития критического мышления.

Таким образом, проблема, на решение которой направлено данное исследование, состоит в объективной потребности в развитии навыков КМ со стороны рынка труда, общества и самих студентов и отсутствием прироста в уровне критического мышления в процессе обучения в университете [1]. При этом наблюдается отсутствие исследований, направленных на выделение причин сложившейся ситуации, и, как следствие, отсутствует понимание того, какая система условий необходима для развития критического мышления. Однако представленная вашему вниманию работа – лишь шаг к решению этой проблемы. В конце пути предполагается создать модель условий, способствующих развитию критического мышления с доказанной эффективностью. Однако прежде необходимо понять какие условия существуют в реальности, какова теоретическая модель, включающая в себя критерии для оценки условий, способствующих развитию КМ. Достижение этого понимания и является целью работы.

Список литературы:

1. 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.
2. Терехов В.В. Исторические предпосылки и необходимость понимания предмета и задач педагогической этики / В.В. Терехов, Ю.А. Савицкий, М.В. Степанова // В сборнике: X Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 59-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар, 2020. – С. 101–108.
3. 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.
4. 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.
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, 2019. – С. 190.
6. Системный подход к самостоятельной работе обучающихся / Ю.А. Савицкий [и др.] // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – Краснодар, 2019. – № 1. – С. 445–448.
 7. Нефедовский В.А. Исследование в области развития пространственного мышления будущего военного летчика / В.А. Нефедовский, Ю.А. Савицкий, В.В. Терехов // Гуманитарные и социальные науки. – Ростов-н/Д., 2021. – № 2. – С. 226–237.
 8. Теория вероятностей и пространство выборок / В.В. Терехов [и др.] // 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 629.734.735

**СОВРЕМЕННАЯ ВОЕННАЯ БЕСПИЛОТНАЯ АВИАЦИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РОЛЬ КАДРОВЫХ СОТРУДНИКОВ
ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**



**MODERN MILITARY UNMANNED AIRCRAFT OF THE RUSSIAN FEDERATION
AND THE ROLE OF PERSONNEL IN THEIR OPERATION**

Шипулин М.В.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
shmv13@yandex.ru

Шайдуллин Т.В.

кандидат военных наук,
ВУНЦ ВВС «ВВА»
tim5tv@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена современные беспилотные летательные аппараты (БпЛА) ВС РФ. Приведены основные технические характеристики рассматриваемых БпЛА. Сделаны выводы по достижениям российской промышленности в области создания военных беспилотников и их дальнейшему развитию. Показана роль кадровых сотрудников при эксплуатации беспилотной авиации.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, БпЛА, технические характеристики, ВС РФ, кадровые сотрудники.

Shipulin M.V.

Krasnodar Higher Military Flight School
shmv13@yandex.ru

Shaidullin T.V.

PhD in Military Sciences,
VUNTS of the Air Force «VVA»
tim5tv@mail.ru

Abstract. The article considers modern unmanned aerial vehicles (UAVs) of the Armed Forces of the Russian Federation. The main technical characteristics of the considered UAVs are given. Conclusions are drawn on the achievements of the Russian industry in the field of creating military drones and their further development. The role of personnel employees in the operation of unmanned aircraft is shown.

Keywords: unmanned aerial vehicles, UAVs, technical specifications, Armed Forces of the Russian Federation, personnel.

З а последнее время в ВС РФ появились модели нижеперечисленных БпЛА:

- «Форпост»;
- «Орион»;
- «Корсар»;
- «Альтаир»;
- С-70 «Охотник».

Отличительной особенностью каждого является то, что беспилотник выполняет различные задачи в разных условиях обстановки. Вооруженные силы Российской Федерации уделяют большое внимание развитию БпЛА, так как тенденция в роботизации армии диктуется временем по многим показателям.

Беспилотник «Форпост» рисунок 1 выполняет задачи по наблюдению за морскими и прибрежными участками в круглосуточном режиме. БпЛА может взять 120 кг полезной нагрузки и имеет блоки сенсоров (оптико-электронные), которые дают возможность наблюдения при любой погоде и круглосуточно. Может лететь со скоростью 200 км/ч на максимальное расстояние полета до 400 км. С помощью 2 беспилотников можно организовать наблюдение за участком местности круглосуточно.

Беспилотник «Орион» (рис. 2) был представлен на всеобщее обозрение в 2017 году. БпЛА помимо наблюдения за местностью может наносить удары с помощью 200 кг полезной нагрузки (4 ракеты или 4 авиабомбы собственной разработки компании-производителя). Имеет оснащение [1]:

- тепловизоры;
- широкоугольная камера;
- лазерный целеуказатель;
- оптико-электронные сенсоры;
- дальномер;
- РЛС;
- фотокамера высокого разрешения.

Высота полета достигает 7,5 км, максимальная дальность полёта – 250 км, а запаса топлива может хватить не более чем на 24 часа работы.



Рисунок 1 – БПЛА «Форпост»



Рисунок 2 – БПЛА «Орион»

БПЛА «Корсар» (рис. 3) был представлен общественности на форуме «Армия-2019». Максимальный вес 200 кг, развивает скорость полета до 150 км/ч, высота полета не более 5,1 км, время полёта не более 10 часов. На «Корсар» устанавливаются:

- оптико-электронные системы;
- радиолокационные станции;
- цифровые фото/видео камеры;
- метеорологическое оборудование.

Беспилотник имеет возможность как перевозить грузы, так и вести наблюдение.



Рисунок 3 – БПЛА «Корсар»

Тяжёлый беспилотник «Альтиус» (рис. 4) способен выполнять разведывательные и ударные задачи. Может выполнять задачи в любой части мира за счёт спутниковой системы связи с максимальной продолжительностью времени полета 24 часа. Ракетно-бомбовое вооружение беспилотника составляет 1000 кг. Имеет оборудование:

- камеры наблюдения;
- радиолокационные станции;
- средства радиоэлектронной борьбы;
- устройства слежения за объектами.

Максимальная скорость полета составляет 250 км/ч, высота полета до 10 км.



Рисунок 4 – БПЛА «Альтиус»

Самым передовым беспилотным летательным аппаратом является С-70 «Охотник», занимающий 3 место в мировом рейтинге по возможностям применения БПЛА. Планируется, что данный летательный аппарат будет брать до 3 тонн боевой нагрузки в виде ракет и бомб. Скорость полета может достигать 1400 км/ч, а дальность полета

5000 км. К моменту его запуска в серию возможно, что у других стран тоже появится тяжелые беспилотные летательные аппараты не хуже заявленных характеристик данного БПЛА [3, 4].



Рисунок 5 – БПЛА «С-70 Охотник»

Таким образом в настоящее время, немаловажным фактором для развития, производства и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов являются квалифицированные специалисты. В Министерстве обороны Российской Федерации организовано обучение специалистов, которые будут после окончания учебного заведения эксплуатировать авиационную технику в соответствии с руководящими документами. Организуется методика отбора специалистов для назначения на воинские должности по эксплуатации комплексов для применения беспилотных летательных аппаратов, которую применяют сотрудники кадровой работы. Очень важно отобрать специалистов, которые смогут на высоком профессиональном уровне эксплуатировать и управлять современными беспилотными летательными аппаратами, так как качество, выполнения задач беспилотной авиации напрямую зависит от успешности подходов отбора специалистов БПЛА кадровыми органами [1, 2].

Список литературы:

1. Шипулин М.В. Авиационный тренажер – важная составляющая в подготовке лётного состава Воздушно-космических сил Министерства обороны Российской Федерации / М.В. Шипулин // Межвузовский сборник научных трудов: Сборник статей. – Краснодар : Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова, 2020. – С. 173–177.
2. Шипулин М.В. Анализ моделей и методов повышения эффективности подготовки сотрудников кадровой работы / М.В. Шипулин, Т.В. Шайдуллин // XI Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 60-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – С. 87–88.
3. Zen.yandex. Российские беспилотники: новейшие модели для вооружённых сил. – URL : https://zen.yandex.ru/media/military_machines/rossiiskie-bespilotniki-noveishie-modeli-dlia-voorujennyh-sil-5dc1dc37f73d9d00af1ce2ab, свободный (дата обращения 25.03.2022).
4. Topwar. От «Ориона» до «Охотника»: мощнейшие ударные БПЛА России. – URL : <https://topwar.ru/181202-ot-oriona-do-ohotnika-moschnejshie-udarnye-bpla-rossii.html> (дата обращения 25.03.2022).

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА РОЛЬ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ



A MODERN VIEW OF THE ROLE
MATHEMATICAL LITERACY OF STUDENTS

Терехов В.В.

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

Гукасян В.А.

ученик,
МАОУ Гимназия № 23, г. Краснодар
aleksandr_gukasyan@mail.ru

Аннотация. В статье авторами рассматривается практическое значение математической грамотности обучаемых, её возможности в развитии и формировании мышления человека, а так же вклад в создание представлений о научных методах познания действительности. Цели образования на сегодняшний день перестают выступать в виде «знаний, умений, навыков», которыми должен владеть выпускник школы XXI века, а представляются в виде описания способов деятельности, универсальных учебных действий. «Человек знающий» заменяется на «человек, подготовленный к жизнедеятельности». Предугадать все аспекты применения математики в будущей деятельности учащихся практически не возможно, а тем более сложно рассмотреть все эти вопросы в школе.

Ключевые слова: математическая грамотность, образовательная система, общее образование, математика, компетенции, общественная жизнь, деятельностный подход.

Terekhov V.V.

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

Gukasyan V.A.

Student,
MAOU Gymnasium № 23, Krasnodar
aleksandr_gukasyan@mail.ru

Abstract. In the article, the authors consider the practical significance of mathematical literacy of students, its possibilities in the development and formation of human thinking, as well as the contribution to the creation of ideas about scientific methods of cognition of reality. The goals of education today are no longer in the form of «knowledge, skills, skills» that a graduate of a school of the XXI century should possess, but are presented in the form of a description of ways of activity, universal educational actions. «A knowledgeable person» is replaced by «a person prepared for life». It is almost impossible to predict all aspects of the application of mathematics in the future activities of students, and even more difficult to consider all these issues at school.

Keywords: mathematical literacy, educational system, general education, mathematics, competencies, social life, activity approach.

В настоящее время математика занимает особое место в образовании человека, что определяется безусловной практической значимостью математики, её возможностями в развитии и формировании мышления человека, её вкладом в создание представлений о научных методах познания действительности. Являясь частью общего образования, среди предметов, формирующих интеллект, математика находится на первом месте.

Первоначальные математические познания должны включаться в обучение ребенка с самых ранних лет. К сожалению, многие выпускники школы за время обучения не научились применять математические сведения, не овладели умением логично рассуждать в повседневной жизни, то есть не осознали прикладной характер математики. На самом же деле, они просто не поняли, что математика является сплетением чистой (арабской или просто теоретической) математики и прикладной математики.

Цели образования на сегодняшний день перестают выступать в виде «знаний, умений, навыков», которыми должен владеть выпускник школы XXI века, а представляются в виде описания способов деятельности, универсальных учебных действий. «Человек знающий» заменяется на «человек, подготовленный к жизнедеятельности». Предугадать все аспекты применения математики в будущей деятельности учащихся практически не возможно, а тем более сложно рассмотреть все эти вопросы в школе.

Научно-техническая революция во всех областях человеческой деятельности предъявляет новые требования к знаниям, технической культуре, общему и прикладному характеру образования. Это ставит перед современной школой новые задачи для

совершенствования образования. Прикладная направленность школьного курса математики осуществляется с целью повышения качества математического образования учащихся, применения их математических знаний к решению задач повседневной практики и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Таблица 1 – Современный взгляд на роль математической грамотности школьников старших классов при изучении «Физики» и «Информатики»

Предмет	Учебная тема	Математическое сопровождение
Физика	Равноускоренное движение	Линейная функция, производная функция
	Движение, взаимодействие тел. Электричество	Прямая и обратная пропорциональная зависимость
	Механика	Векторы, метод координат, производная функция. График функции
	Оптика	Симметрия. Подобие
	Кинематика	Векторы, действия над векторами
Информатика	Алгоритм, программа	Уравнения, неравенства

Прикладная направленность обучения математике включает в себя реализацию связей с другими дисциплинами: физика, информатика, химия, биология, география, черчение, технология, а также использование компьютерных технологий и обеспечение компьютерной грамотности учащихся, формирование у них математического стиля мышления, подготовки школьников к практической деятельности. Жизнь предусматривает наличие у детей сформированности, готовности к непосредственному участию в практической деятельности в условиях постоянно изменяющегося информационно-технологического мира, способности адаптироваться и приспосабливаться к событиям, происходящим в нем. Это ставит перед современной школой новые задачи совершенствования образования и подготовки школьников к практической деятельности.

Использование межпредметных связей является одним из условий реализации прикладной и практической направленности обучения. Объект математики – весь мир, и его изучают все остальные науки. Межпредметные связи в школе – важная дидактическая проблема. Привлечение межпредметных связей повышает научность обучения, доступность, естественным образом проникают на урок элементы занимательности. Однако появляется и немало трудностей: учителю требуется освоить другие предметы, практическая задача обычно требует больше времени, чем теоретическая, возникают вопросы взаимной увязки программ и другие. Важную роль в реализации прикладной направленности обучения математике играют задачи. Школьники с интересом решают и воспринимают задачи практического содержания. Учащиеся с увлечением участвуют в совместной деятельности, когда практическая задача преобразуется в теоретическую, и как чисто теоретическая задача используется в практическом сюжете.

В этих условиях от школы требуется переход к опережающему образованию, основанному на компетентностном и системно-деятельностном подходах. Переход от предметно-знаниевой модели выпускника к компетентностной был заложен еще в Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года. Внедрение компетентностного подхода в образовательный процесс школы предполагает глубокие системные преобразования всего образовательного процесса начиная с целеполагания до оценивания результатов образования. Компетентностный подход – это комплексный подход, элементами которого являются определение целей, отбор содержания, организации образовательного процесса, выбор образовательных технологий, оценка результатов. С позиции компетентностного подхода основным результатом деятельности школы становится формирование компетентностного выпускника, владеющего определенными компетенциями.

Главной целью образования, с позиции компетентностного подхода, является формирование личности, раскрытие и развитие её задатков, способностей, обеспечивающих эффективную деятельность во всех сферах общественной жизни. Компетентностный подход предполагает освоение учащимися различного рода умений, позволяющих им в будущем действовать эффективно в ситуациях профессиональной, личной и общественной жизни. Особое значение придается умениям, позволяющих действовать в новых, неопределённых, проблемных ситуациях, для которых заранее нельзя наработать соответствующие средства: их нужно находить в процессе решения подобных ситуаций и достигать требуемых результатов.

Таблица 2 – Анализ формирования и развития ключевых компетенций школьников старших классов

Компетенция	Виды деятельности
Ценностно-смысловые компетенции – связанные с ценностными ориентирами ученика, его способностью видеть и понимать окружающий мир, ориентироваться в нем, осознавать свою роль и предназначение, уметь выбирать целевые и смысловые установки для своих действий и поступков, принимать решение	1. Участие в конкурсах разного уровня, научно-практических конференциях. 2. Участие в проектах. 3. Проведение социологического опроса, интервьюирование
Учебно-познавательные компетенции – совокупность компетенций ученика в сфере самостоятельной познавательной деятельности, включающие элементы логической, методической и общеучебной деятельности (организация целеполагания, планирования, анализа, рефлексии, самооценки)	1. Проведение экспериментов. 2. Конспектирование. 3. Работа с учебником. 4. Фотографирование объектов. 5. Работа над рефератом. 6. Участие в экскурсии. 7. Изготовление приборов

Исторически сложилось мнение, что школа обязана «давать» знания, а ученики должны их «получать», но результат такой системы отрицательный, то есть воспитывали ученика-потребителя, который считал, что ему всё должны «дать» в готовом виде.

В связи с этим актуальным становится внедрение в процесс обучения деятельностных технологий, которые способствуют формированию культуры мышления, развитию воображения и фантазии, улучшению памяти и внимания, гибкости мышления.

Достижение необходимого развивающего эффекта обучения математике возможно на базе реализации деятельностного подхода, который направлен на развитие каждого ученика, на формирование индивидуальных способностей учащихся. Наряду с этой проблемой необходимо поставить задачу: учить своих школьников рассуждать, учить их мыслить. Вы согласитесь, что ни один школьный предмет не может конкурировать с возможностями математики в воспитании мыслящей личности.

Способность школьников к саморазвитию формируется при организации учебной деятельности по следующей структуре: индивидуальная деятельность ученика, затруднение в индивидуальной деятельности, выявление причин затруднений, определение пути выхода из затруднения и осознание собственной деятельности по выходу из затруднения.

Таким образом, жизнь не стоит на месте, общество постоянно развивается. Сегодня не нужны пассивные граждане, не умеющие думать, самостоятельно принимать решения, а главное не готовые осознанно отвечать за принятые решения. Поэтому обучение в школе не должно давать знания ради самих знаний, ведь еще К. Венцель говорил, что: «... задача истинного педагога состоит в помощи молодой душе свободно созреть и родиться для свободной самостоятельной жизни...». Знания и навыки должны помогать жить человеку. Использование прикладных задач в школьном курсе математики способствует развитию логического мышления, познавательной самостоятельности, творческих способностей учеников, развитию сообразительности и наблюдательности, интереса к теме и к предмету в целом, формированию умения решать прикладные задачи в различных жизненных ситуациях. Решение прикладных задач способствует формированию математической культуры учащихся, позволяет лучше понять теоретический материал, приучает учеников пользоваться дополнительным справочным материалом, превращает знания в необходимый элемент практической деятельности, что является важным компонентом математической подготовки учащихся.

Так, в тексте стандартов прописаны следующие требования к освоению учащимися школьной программы по математике: «изучение предметной области «Математика и информатика» должно обеспечить осознание значения математики и информатики в повседневной жизни». В свою очередь предметные результаты по математике должны отражать «умение моделировать реальные ситуации на языке алгебры, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученные результаты» и «умение применять изученные понятия, результаты, методы для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин».

Список литературы:

1. Энсис Е.И. Разработка методов повышения качества культуры образования на основе синтеза знаний : монография / Е.И. Энсис, В.П. Колесников, В.В. Терехов. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – 194 с.

2. 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.
3. 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.
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 : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 190.
5. Варфоломеева С.В. Применение математических методов имитационного моделирования в ВС РФ» / С.В. Варфоломеева, С.В. Божко, В.В. Терехов // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 467–472.
6. Грошев Р.В. Подготовка военных кадров во второй половине XX века / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2016. – № 3(3). – С. 25–33.
7. Грошев Р.В. Периодизация военного образования отечественных военно-воздушных сил / Р.В. Грошев // Военно-исторический журнал. – 2018. – № 11. – С. 50–56.
8. Лукашенко Д.В. На пороге прорыва: проблемы и векторы развития образовательных систем / Д.В. Лукашенко, Р.В. Грошев // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2018. – № 9. – С. 6–10.
9. Грошев Р.В. Организационно-педагогические условия развития отечественной системы образования / Р.В. Грошев // Гуманитарный вестник Военной академии ракетных войск стратегического назначения. – 2017. – № 2(6). – С. 117–121.

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
СИСТЕМЫ ЛЕТНОЙ ПОДГОТОВКИ ВКС ВС РФ**



**ANALYSIS AND DEVELOPMENT PROSPECTS
OF THE AIR SPACE FORCE FLIGHT TRAINING SYSTEM
OF THE ARMED FORCES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

Короткевич А.А.

Краснодарское высшее
военное авиационное училище летчиков
aleksei_korotkevich@mail.ru

Евлентьев В.В.

ВУНЦ ВВС «ВВА»
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина
evlentiev@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена изучению инновационных подходов и предложений в системе профессиональной подготовки летного состава авиации ВКС, проведен анализ существующих программ, публикаций и научных работ по вопросу совершенствования системы подготовки боевых летчиков-курсантов в Российской Федерации. Ключевое внимание уделено вопросу обновления системы подготовки с одновременным внедрением современных учебных платформ, инновационных подходов. Обоснована трех-уровневая система подготовки на основе инновационных процессов и программ с использованием искусственного интеллекта. Авторы обращаются к ряду важных рекомендаций по данной тематике.

Ключевые слова: образовательный процесс, система летной подготовки, программа подготовки военного летчика, военная наука, компетенции, инновация, система военной подготовки кадров.

Korotkevich A.A.

Krasnodar Higher Military Flight School
aleksei_korotkevich@mail.ru

Evlentiev V.V.

VUNC AIR FORCE «VVA»
named after Professor N.E. Zhukovsky
and Yu.A. Gagarin
evlentiev@gmail.com

Abstract. The paper is dedicated to the study of innovative approaches and proposals in the system of professional training of the Air Force pilots, to the analysis of existing programs, publications and scientific papers on the issue of improving of the airmanship-training program in the Russian Federation. The key attention is paid to the issue of the training system updating based on modern training platforms and innovative approaches. The paper substantiates the necessity of a three-level training system based on innovative processes and programs, artificial intelligence as well. The author addresses a number of important recommendations on these issues.

Keywords: educational process, flight training system, military pilot training program, military science, competencies, innovations, military personnel training system.

С целью изучения образовательных систем военного назначения и их применения в образовательном процессе проведено исследование существующих программ, публикаций и научных работ по совершенствованию системы подготовки боевых летчиков-курсантов в ВКС Вооруженных сил Российской Федерации. Согласно ст. 35 «Военной доктрины Российской Федерации», «повышение качества подготовки кадров и военного образования, а также наращивание военно-научного потенциала» отнесены к числу основных задач по развитию военной организации государства [1]. В общих вопросах строительства и развития Вооруженных Сил Российская Федерация исходит из необходимости совершенствования систем военного образования и воспитания, подготовки кадров, развития военной науки.

Так как основой комплектования летными кадрами ВКС выступает система профессиональной подготовки летного состава, данная программа является неотъемлемой частью единой системы подготовки кадров для военной организации государства в целом. Министерством обороны Российской Федерации РФ проведена модернизация системы подготовки специалистов в военных вузах, сформирована перспективная сеть военно-учебных заведений, изданы руководства и стандарты по организации и проведению летного обучения в военных вузах [2, 3]. На данном этапе модернизации образовательных систем военного назначения одним из ключевых вопросов является обновление системы подготовки военных летчиков с одновременным внедрением более эффективных методов работы, современных учебных платформ, инновационных подходов [4].

Подробный анализ теории и практики подготовки летчиков военной авиации в России и других странах мира в различные исторические периоды, а также путей ее совершенствования проведен в ряде научных работ [5, 6, 7, 8]. Диссертационных исследований по тематике «Инновативная система подготовки летного состава» обнаружить не удалось. Согласно изученным источникам, существующие системы подготовки в мире предполагают, как правило, прохождение либо двух этапов: базовой и летной подготовки, либо трех этапов: первоначальной, базовой и повышенной (боевой). ВКС РФ при подготовке лётчиков реактивной авиации продолжает реализацию перехода от двухступенчатого метода (от простого самолета к более сложному при индивидуальном подходе к каждому курсанту) к трехуровневой системе подготовки. Однако, как отмечает Р.Ф. Равлык, в данной системе «этап *первоначальной летной подготовки* (далее – ПЛП) не рассматривается как неотъемлемый структурно-функциональный элемент этой системы». Автор подчеркивает, что ПЛП с пролонгированным отбором и ранним определением специализации по профилям дальнейшего летного обучения должна стать обязательным элементом рациональной системы подготовки летных кадров, в которой завершающим, третьим этапом, должна быть *специальная боевая подготовка* (СБП) [7, с. 64]. Вопросы повышения качества подготовки курсантов авиационного училища летчиков уделяют внимание авторы А.А. Гришков, В.Д. Папулов и др. [8]. Военные эксперты едины во мнении, что применяемая в России система обучения обязана пересмотреть экономическую составляющую, внедрить более эффективные методы работы, инновационные учебные платформы для дальнейшего улучшения курса подготовки в области как теории, так и технике пилотирования, навигационной подготовке и боевому применению.

Самолет пятого поколения уже поступил на вооружение Российских ВКС, шестое поколение крылатых машин будет функционировать в ближайшем будущем. В то же время, курсанты продолжают оттачивать свои лётные навыки на учебно-тренировочных самолетах L-39, ДА-42Т и более современном Як-130. По данным Министерства Обороны РФ, в настоящий момент проводится конкурс, призванный найти замену парку зарубежных учебных машин. Участие в нем принимают Як-152 и проект УТС-800. Очевидно, что в техническом и технологическом планах следует уделить особое внимание выбору наиболее оптимального конструкторского решения при модификации УТС в контексте решения задач на соответствующем историческом этапе развития военной авиации. В свете современных задач, УТС должны представлять собой *учебно-тренировочный комплекс* для соответствия требованиям комплексной поэтапной подготовки будущих боевых лётчиков ВКС, учитывая необходимость перехода на инновационную трехуровневую систему подготовки. Таким образом, необходима корректировка всей программы подготовки.

Переход к трехуровневой системе подготовки реализуется с учётом возможности использования двух разноуровневых УТС для ПЛП и СБП летчиков-истребителей и штурмовиков. Имеется ряд рекомендаций о том, что «целесообразнее начинать лётную практику по окончании 1 курса на УТС Як-152» [6, с. 84]. В таком случае, по окончании обучения управлением легкомоторного самолета обеспечивается логичный переход к следующему этапу – освоению Як-130. В состав данного учебно-боевого комплекса входят процедурный тренажёр, учебный компьютерный класс и средства объективного контроля. Унифицированный инновативный подход к отображению информации в кабине и эксплуатации самолетов Як-152 и Як-130 уже реализован. Это позволяет организовать полный цикл: от начальной (базовой) подготовки пилотов (ПЛП) до использования современного оружия и отработки боевой тактики.

Как отмечают В. Павлушев и другие исследователи, лётная деятельность в наши дни связана с «функционированием системы «человек – машина – среда», в которой лётчик является самостоятельным звеном, организующим и направляющим деятельность на достижение заранее заданного результата. В инновационной системе подготовки должна быть создана возможность «сознательного контроля ситуации и собственных действий» [6, с. 85]. Типовые и конфликтные ситуации отличаются приоритетами в использовании элементов систем оператора и реализации навыков, требуют разработки и совершенствования концептуальной модели множества навыков по применению летательного аппарата и его систем в каждой из возможных ситуаций. Новый способ подготовки пилотов, применяющий современную биометрию, искусствен-

ный интеллект и системы виртуальной реальности в условиях тренажёра, требует более тщательной проработки и совершенствования.

Согласимся с мнением, что в сочетании с современной программой обучения на основе когнитивной деятельности в рамках системного подхода «человек–машина–команда», качественная подготовка пилотов поможет выполнять такие боевые задачи будущего как завоевание господства в воздухе и околокосмическом пространстве, «максимально сокращая дистанцию между устаревшей технологией и авиацией пятого поколения» [6, с. 85]. Проблематике разработки и внедрения инновационной системы тренажерной подготовки (ТП), программного обеспечения к ней на различных этапах обучения в военных вузах ВКС РФ посвящены работы [9, 10, 11, 12]. Мы рассматриваем ТП как один из важнейших элементов комплексной инновативной системы подготовки военных летчиков, междисциплинарную область знания.

Согласно определению Б.Б. Куатова, *тренажерную подготовку* следует рассматривать как «область научного знания, лежащую на стыке военных авиационных дисциплин (тактика, боевая подготовка, штурманское обеспечение, авиационная медицина и др.), педагогических дисциплин (дидактика, военная педагогика, методика летного обучения и др.) и технических дисциплин (кибернетика, информатика и др.)» [9, с. 38].

Как следует из практики подготовки будущих летчиков, в настоящий период используются различные виды авиационных тренажеров: процедурные, специализированные и комплексные. На существенные преимущества использования процедурных и специализированных авиационных тренажёров перед комплексными указывают авторы А.А. Науменко, А.С. Князев и др. Среди таковых отмечены «распараллеливание процесса предварительной практической подготовки, относительно малая стоимость и простота. Учитывая неуклонное нарастание имитирующих возможностей персональных компьютеров, установка на них и применение симуляторов в качестве процедурных и специализированных тренажеров является особенно перспективной» [10, с. 67]. Авторы отмечают, что за последние годы дидактические средства обучения перешли на принципиально новый уровень, позволяющий создать инновационную цифровую образовательную среду. Инновационным является использование виртуальной реальности в предполетной подготовке курсантов, которое обеспечивает обучение в ситуации, приближенной к реальности. Ускорение процесса формирования профессиональных умений, повышение мотивации при самоидентификации будущих летчиков, а также «обеспечение объективности контроля образовательного процесса и качества обучения» указаны авторами в качестве положительного результата применения подобных методик и систем [10, с. 70].

Для достижения максимального результата, необходимо создать перспективные интеллектуальные авиационные системы и программное обеспечение для них. Как показывает практика, при решении задач обнаружения и распознавания воздушных объектов (целей) искусственный интеллект превосходит возможности человека.

Согласно выводам А.И. Годунова и коллег, отличительной особенностью базовой и начальной подготовки является возможность формирования и совершенствования перцептивных интеллектуальных образов, которые в совокупности со знаниями образуют навыки. В процессы формирования *навыков* летного дела должны включаться тренировки обучаемого по выполнению целенаправленных мыслительных действий с апперцептивными и перцептивными сенсорными и моторными образами. *Знания* формируются на занятиях по становлению и накоплению перцептивных интеллектуальных образов. Для каждой ситуации характерны свои схемы мыслительных процессов, определяемые сочетанием и последовательностью смены образов. При этом, как отмечают авторы, «у каждого будущего лётчика элементы сенсорной, моторной и интеллектуальной систем имеют свою специфику в соответствии с конкретным видом лётной деятельности» [11], настаивая на продуманном использовании новейших технических средств в общей системе тренажерной подготовки лётного состава.

К преимуществам авиационных интеллектуальных систем относится эффективная работа с большим объемом данных, высокая скорость обработки информации и автономность действий. В настоящий момент созданы все технологические предпосылки для разработки интеллектуальных авиационных систем, однако их внедрение находится только на начальной стадии, обнаруживая огромный потенциал в системе военного образования.

При анализе образовательной деятельности в Краснодарском ВВАУЛ, авторы А.А. Гришков, В.Д. Папулов указывают, что в структурном отношении она делится на базовую подготовку и летное обучение, эти две составляющие «существенно различаются по содержанию и формам обучения» [8, с. 140]. Формирование у курсантов умений и навыков управлять учебно-боевым самолетом и решать боевые задачи включает также целый ряд компетенций и личностных качеств. Авторский взгляд на некоторые пути совершенствования подготовки курсантов летного вуза основан на практическом опыте решения служебно-боевых задач за пределами Российской Федерации. По нашему мнению, к этому опыту обращаются современные ВКС при проведении специальной военной операции (СВО) 2022 г., расширяя возможности и уровень СБП.

К важнейшим составляющим общей системы профессиональной подготовки военных летчиков обратились участники научно-практической конференции в апреле 2018 года на базе КВВАУЛ. Учеными отмечена острейшая необходимость приведения теоретической и морально-психологической подготовки будущих боевых летчиков в соответствие с требованиями ведения современного боя в воздушном пространстве, а также сокращение разрыва между УТС предыдущего и нового поколения.

Проанализировав существующую систему подготовки в военном авиационном вузе МО РФ, можно заключить, что современный процесс летного обучения включает три важных элемента: теоретическую, тренажерную и летную подготовки. Невысокая эффективность лётной подготовки имеет место по ряду причин. В первую очередь, недостаточное обучение будущих летчиков боевой авиации практике применения авиационных средств поражения воздушных целей связано с малым количеством соответствующих тренажерных систем, ПО, УТС. Однако этот сегмент системы подготовки будущего летчика компенсируется в воинских частях после окончания вуза. Направления и перспективы совершенствования системы подготовки летных кадров – важная и малоисследованная тема для военно-научного сообщества. По нашему мнению, ученым и военным специалистам следует уделить особое внимание вопросу дальнейшего обновления системы подготовки на основе внедрения современных учебных платформ, инновационных подходов, рационального выбора отечественного УТС согласно требованиям ведения воздушного боя. Согласимся с мнением научного сообщества об обоснованности трехуровневой системы подготовки на основе инновационных процессов и программ с использованием искусственного интеллекта. Особо отметим, что наряду с решением технических и технологических задач, следует уделить особое внимание теоретической и морально-психологической подготовке будущих боевых летчиков.

Список литературы:

1. Военная доктрина РФ. – URL : <https://rg.ru/2014/12/30/doktrina-dok.html>
2. Руководство по организации и проведению летного обучения в высших учебных заведениях ВВС (введено в действие приказом главнокомандующего Военно-воздушными силами от 17 июля 2008 г. № 295). – М. : Воениздат, 2008.
3. Стратегический план совершенствования профессионального образования и подготовки военнослужащих и государственных гражданских служащих Министерства обороны Российской Федерации на период до 2020 года, утвержден на заседании Комиссии Министерства обороны Российской Федерации по реализации Стратегий социального развития Вооруженных Сил Российской Федерации 03 декабря 2008 г.
4. Горемыкин В.П. Военное образование: цель – на развитие / В.П. Горемыкин // Вестник военного образования. – 2017. – № 1(4). – С. 4–12.
5. Астраханцев О.Н. Организация учебной работы в военных авиационных школах пилотов в СССР накануне Великой Отечественной войны / О.Н. Астраханцев // Известия лаборатории древних технологий. – 2018. – Т. 14. – № 3(28). – С. 209–216.
6. Равлык Р.Ф. Проблемы подготовки летного состава в современных условиях / Р.Ф. Равлык // Военная мысль. – 2009. – № 5. – С. 64–67.
7. Гришков А.А. Пути повышения качества подготовки курсантов авиационного училища летчиков / А.А. Гришков, В.Д. Папулов // Военная мысль. – 2020. – № 10. – С. 140–143.
8. Куатов, Б.Ж. Системный подход к организации тренажерной подготовки летного состава в современных условиях / Б.Ж. Куатов // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 4(8). – С. 34–40.
9. Науменко А.А. Использование авиасимуляторов в учебном процессе авиационного вуза / А.А. Науменко, А.С. Князев // Вестник Армавирского государственного педагогического университета. – 2021. – № 4. – С. 64–72.

10. Годунов А.И. Концептуальная модель формирования лётных навыков в процессе тренажёрной подготовки / А.И. Годунов, Б.Ж. Куатов, Н.К. Юрков, С.Ж. Куртаев // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2014.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021614677 Российская Федерация. Интерактивный процедурный тренажер первоначальной подготовки авиационного персонала: № 2021613466: заявл. 16.03.2021: опубл. 29.03.2021 / С.В. Румянцев, В.И. Медведев, А.В. Шевченко, Н.В. Капитанов.
12. VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 57-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос. Сборник научных статей, Краснодар, 12–13 апреля 2018 года / КВВАУЛ им. А.К. Серова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2018. – 503 с.

Научное издание

**XII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 61-ой ГОДОВЩИНЕ ПОЛЕТА
Ю.А. ГАГАРИНА В КОСМОС**

12–13 апреля 2022 года

Сборник научных статей

Статьи публикуются в авторской редакции

Технический редактор – А.С. Семенов
Компьютерная верстка – М.Н. Гусева
Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Подписано в печать 15.06.2022
Бумага «Снегурочка»
Печ. л. 32,2
Усл. печ. л. 30
Уч.-изд. л. 27

Формат 60×84 ¹/₈
Печать трафаретная
Изд. № 1246
Тираж 50 экз.
Заказ № 2371

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>