

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №4(26)		Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №4(26)
Содержание	1	Contents
Редакционная коллегия	3	Editorial Board
Значимые даты и события	4	Significant dates and events
<i>Кириленко В.И.</i>	4	<i>Kirilenko V.I.</i>
Памяти профессора Лямаева Бориса Федоровича		In memory of Professor Boris Fedorovich Lyamaev
<i>Лапшин Г.А.</i>	6	<i>Lapshin G.A.</i>
Николай Иванович Унгерман – выдающийся фортификатор России XX века. К 140-летию со дня рождения.		Nikolai Ivanovich Ungerman is an outstanding fortifier of Russia of the XX century. To the 140th anniversary of his birth.
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения	8	Design, construction and reconstruction of military facilities
<i>Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Ружманов М.Д., Сажин К.А.</i>	8	<i>Konovalov V.B., Sarkisov S.V., Ruzmanov M.D., Sagin K.A.</i>
Математическое описание нестационарного режима кипения жидкого азота на горизонтальной поверхности		Mathematical description of the unsteady boiling regime of liquid nitrogen on a horizontal surface
<i>Кашеев Р.Л.</i>	16	<i>Kashcheev R. L.</i>
Технические решения по созданию установок сжигания твердых коммунальных отходов в псевдооживленном слое на энергетических объектах Минобороны России		Technical solutions for the creation of solid municipal waste incineration plants in a fluidized bed at energy facilities of the Russian Ministry of Defense
<i>Вакуненко В.А.</i>	20	<i>Vakunenkov V.A.</i>
О разработке метода расчёта энергетического баланса комплекса технических систем и объёма теплоаккумулирующего вещества специальных объектов при изоляции от атмосферы		On the development of a method for calculating the energy balance of a complex of technical systems and the volume of heat accumulating substance of special objects when isolated from the atmosphere
<i>Коваленко И.А., Перминов Е.О., Курашев Н.В., Ружманов М.Д.</i>	31	<i>Kovalenko I.A., Perminov E.O., Kurashev N.V., Ruzmanov M.D.</i>
Способ устройства подземного комплекса склада ракетно-артиллерийского вооружения для минимизации рисков возникновения чрезвычайных ситуаций		A method for setting up an underground complex of a missile and artillery armament warehouse to minimize the risks of emergency situations
<i>Гуков Д.В., Загуляев С.Д., Иванов С. М.</i>	37	<i>Gukov D.V., Zagulyaev S.D., Ivankov S. M.</i>
Определение параметров схемы замещения силового трансформатора с учётом неравномерного насыщения магнитопровода при работе под нагрузкой		Determination of the parameters of the power transformer replacement circuit taking into account the uneven saturation of the magnetic circuit when working under load
<i>Сайданов В.О., Блинов А.В.</i>	42	<i>Saidanov V.O., Blinov A.V.</i>
Источники электрической энергии железнодорожных войск и перспективы их развития		Sources of electric energy of railway troops and prospects for their development
<i>Гула Д.Н., Рябова С.С.</i>	52	<i>Gula D.N., Ryabova S.S.</i>
К вопросу применения энергопоглощающих материалов для повышения долговечности строительных конструкций газопроводов стартовых комплексов Космических войск		On the issue of the use of energy-absorbing materials to increase the durability of building structures of gas ducts of launch complexes of the Space forces
<i>Степенко А.Н., Орлов А.С. Андреев Е.А., Архипов А.А.</i>	61	<i>Stepenko A.N., Andreev E.A., Orlov A.S., Arhipov A.A.</i>
Выбор оптимальных мероприятий, направленных на снижение риска поражения электрическим		Selection of optimal measures aimed at reducing the risk of electric shock to service personnel

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №4(26)	Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №4(26)
током обслуживающего персонала при эксплуатации систем электроснабжения технически сложных объектов, методом анализа иерархий <i>Сергеев В.В., Фадеев Д.Ю., Воробьев А.А., Булатов О.Г.</i> Практика формирования требований к образцам вооружения и военной техники, созданным по инициативным проектам <i>Мялькин В.А.</i> О подходе к обеспечению надежности образцов пожарной техники <i>Емелин М.Н., Татарко К.И., Ерофеев М.Н.</i> Современный подход к утилизации драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ <i>Сафонов А.С.</i> Методология исследования направлений развития грузоперерабатывающих комплексов	during the operation of power supply systems of technically complex objects by the method of hierarchy analysis 70 <i>Sergeev V.V., Fadeev D.U., Vorobiev A.A., Bulatov O.G.</i> The practice of forming requirements for samples of weapons and military equipment created by initiative projects 77 <i>Myalkin V.A.</i> On the approach to ensuring the reliability of firefighting equipment samples 82 <i>Emelin M.N., Tatarko K.I., Erofeev M.N.</i> A modern approach to the disposal of drag-containing telecommunications products VVST 85 <i>Safonov A.S.</i> Methodology of research of directions of development of cargo processing complexes
Теория воинского обучения и воспитания <i>Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д.</i> Обновление содержания и организационных форм обучения в интересах развития научно-технологического направления в военно-инженерном образовании <i>Борисов А.А., Ившичев С.М., Хитрик Н.А.</i> Теоретический анализ методов определения зон интенсивности физической нагрузки в циклических видах спорта <i>Митрахович В.А., Саркисова Е.А., Якубовская Н.А.</i> Использование метода проектов в рамках формирования навыков научно-исследовательской деятельности в военном учебном заведении <i>Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д.</i> Активизация образовательных ресурсов фундаментальных дисциплин в интересах развития научно-технологического направления в военно-инженерном образовании <i>Булат Р.Е., Байчорова Х.С.</i> Педагогический потенциал повышения качества профессиональной подготовки иностранных военнослужащих в адъюнктуре военной академии <i>Дивин А.А.</i> Методика педагогического проектирования автоматизированного учебного занятия с учетом ведущей репрезентативной системы <i>Печников А.Н., Морозова О.А.</i> Исследование адаптации личности обучающихся	89 Theory of military training and education 89 <i>Kostarev S.V., Ostroumova Yu.S., Khanin S.D.</i> Updating the content and organizational forms of training in the interests of the development of the scientific and technological direction in military engineering education 99 <i>Borisov A.A., Ivshichev S.M., Hitrik N.A.</i> Theoretical analysis of methods for determining zones of intensity of physical activity in cyclic sports 103 <i>Mitrakhovich V.A., Sarkisova E.A., Yakubovskaya A.A.</i> Using the project method as part of the formation of research skills in a military educational institution 109 <i>Kostarev S.V., Ostroumova Yu.S., Khanin S.D.</i> Activation of educational resources of fundamental disciplines in the interests of the development of the scientific and technological direction in military engineering education 119 <i>Bulat R.E., Baychorova Kh.S.</i> Pedagogical potential to improve the quality of professional training of foreign military personnel in the postgraduate course of the military academy 129 <i>Divin A.A.</i> The methodology of pedagogical design of an automated training session, taking into account the leading representative system, is effective 134 <i>Pechnikov A.N., Morozova O.A.</i> The study of the adaptation of the personality of students
Сведения об авторах	139 Information about the authors

Главный редактор журнала – Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук доцент
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

Коновалов Владимир Борисович, доктор экономических наук профессор;

Заместитель председателя редакционной коллегии

Кашеев Роман Леонидович, кандидат технических наук доцент;

Члены редакционной коллегии

Аверьянов Владимир Константинович, доктор технических наук проф., член-корр. РААСН, заслуженный деятель науки РФ;

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, засл. Работник высш. Шк. РФ;

Борисов Алексей Александрович, кандидат технических наук профессор;

Бондарев Алексей Валентинович, доктор технических наук;

Васюткин Сергей Фёдорович, кандидат технических наук;

Ваучский Михаил Николаевич, доктор технических наук профессор;

Гуков Дмитрий Васильевич, доктор технических наук профессор;

Даутова Ольга Борисовна, доктор педагогических наук профессор;

Дружинин Пётр Владимирович, доктор технических наук профессор, засл. Работник высш. Шк. РФ;

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук профессор;

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук профессор;

Казаков Юрий Николаевич, доктор технических наук профессор;

Крисковец Татьяна Николаевна, доктор педагогических наук доцент;

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук доцент;

Маляров Валерий Николаевич, доктор исторических наук профессор, засл. Работник высш. Шк. РФ;

Макаров Александр Данилович, доктор экономических наук, доктор юридических наук, профессор, академик МАНЭБ, АВН, НОАН, АПВЭиФ, заслуженный деятель науки и образования;

Печников Андрей Николаевич, доктор технических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный деятель техники Российской Федерации;

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук профессор;

Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук доцент;

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор;

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук профессор, засл. Работник высш. Шк. РФ;

Третьяков Юрий Александрович, доктор военных наук профессор;

Фоминич Эдуард Николаевич, доктор технических наук профессор;

Фёдоров Александр Борисович, доктор технических наук доцент;

Чернобай Михаил Петрович, кандидат педагогических наук профессор, засл. Работник физич. культуры РФ;

Черимисин Суад Зухер, доктор физико-математических наук профессор;

Путилин Павел Александрович, кандидат технических наук.

Учредитель и издатель научного журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» - Унитарная некоммерческая организация Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «ВИТУ».

Средство массовой информации – журнал «Военный инженер» зарегистрировано 15 сентября 2016 года. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77–67057 от 15.09.2016 выдано Федеральным агентством по печати и массовым коммуникациям.

Включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук с 22.12.2020 г.

Электронные версии журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru).

Журнал включён в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Подписной индекс журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» в ФГУП «Почта России» П4852.

Выпускающий редактор: Путилин П.А.	Сдано в набор 19.12.2022	Бумага типографская
Редактор текстов на английском языке: Путилин П.А.	Подписано в печать 21.12.2022	Печать цифровая
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Зотов А.С.	Формат бумаги 60х90/8	Заказ № 4047
Дизайн обложки: Путилин П.А.		Тираж 300 экз.
Вёрстка: Путилин П.А.		Цена договорная

Почтовый адрес редакции журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»: 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д.22, оф.716, e-mail: me_journal@mail.ru, страница журнала на сайте: http://viit.spb.ru/military_engineer/

Издательско-полиграфический центр
Санкт-Петербургского политехнического университета
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.

Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2022, №4 (№26)

Кириленко В.И.

Kirilenko V.I.

Памяти профессора Лямаева Бориса Федоровича

In memory of Professor Boris Fedorovich Lyamaev



Десять лет назад ушел из жизни видный ученый и специалист в области водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и защиты инженерных систем объектов военной и гражданской инфраструктуры, вдумчивый исследователь и прекрасный педагог, человек редких душевных качеств, наш замечательный Учитель.

Борис Фёдорович Лямаев (22.03.1936...7.12.2012) родился в городе Горький, ныне Нижний Новгород. Решив связать свою жизнь с Вооружёнными силами СССР, поступил, и в 1959 г. окончил Военное инженерно-техническое училище ВМФ. Попад по распределению на Семипалатинский атомный полигон в службу теплоэнергетики и сантехники, принимал самое непосредственное участие в разработке и практической реализации инженерных систем защиты объектов военной инфраструктуры при

проведении воздушных и подземных испытаний ядерного оружия.



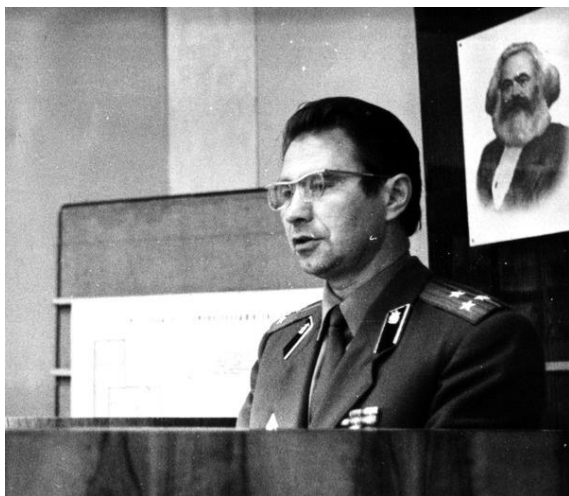
Курсант 1 курса



На Семипалатинском полигоне

За эти работы Борис Фёдорович был удостоен благодарности Председателя Совета Министров СССР. В 1966 году поступил в адъюнктуру по кафедре водоснабжения и канализации ВВИТКУ, а уже 1968 году блестяще защитил кандидатскую диссертацию, и в следующем году ему было присвоено ученое звание доцента. С 1968 по 1978 гг. Борис Фёдорович служил на должностях преподавателя и старшего преподавателя кафедры водоснабжения и канализации

ВВИТКУ и ЛВВИСКУ. В сентябре 1978 года полковник Лямаев Б.Ф. был назначен начальником кафедры и прослужил в этой должности до 1994 года. Продолжая активно и плодотворно заниматься научной деятельностью, в 1982 году защитил докторскую диссертацию, а в 1984 году стал профессором.



Выступает на конференции проектировщиков
в г. Тбилиси



В Чернобыле

В 1987 году принимал участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Борис Фёдорович являлся ветераном подразделений особого риска. Создал научную школу и подготовил для нашего военного ВУЗа и других высших учебных заведений целую плеяду молодых дипломированных учёных. Избирался академиком Жилищно- коммунальной академии РФ и Международной энергетической академии, долгие годы являлся советником Российской академии архитектуры и строительных наук. В 1994 году, уволившись в запас, продолжил свою многогранную деятельность в должности профессора кафедры водоснабжения и канализации ВИСИ (ВИТУ).

Борис Фёдорович кавалер государственных, правительственных и ведомственных наград. Он был награжден орденами Мужества и «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени, 11 медалями, удостоен звания «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», знаков «За успехи в организации», «За отличные успехи в области высшего образования СССР», «Изобретатель СССР»

Является автором более чем двухсот научных, научно-методических публикаций, в том числе 8 монографий, целого ряда учебников и учебных пособий, автором более чем пятидесяти изобретений. Его учебники и учебные пособия и сегодня широко используются в учебном процессе строительных ВУЗов страны.

Многочисленные ученики Бориса Фёдоровича Лямаева, сохраняя о нём светлую память, продолжают служить и трудиться на кафедре «Системы жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры» ВИ(ИТ), в других образовательных учреждениях России и иностранных государств, в госструктурах и бизнесе.

К 105-летию со дня рождения Александра Сергеевича Чернова

On the 105th anniversary of the birth of Alexander Sergeevich Chernov



12 декабря 2022 г исполняется 105 лет со дня рождения прекрасного человека, большого педагога и ученого, участника Великой отечественной войны, лауреата премии Совета Министров СССР, доктора технических наук, профессора, почетного профессора ВИТУ, начальника кафедры защитных сооружений ВВИТУ, полковника Чернова Александра Сергеевича.

Чернов Александр Сергеевич родился в Петрограде. В 1935 году поступил в Ленинградский институт инженеров промышленного строительства (ЛИИПС). Он в 1939 году, в процессе реорганизации ЛИИПСа и создания на его базе Высшего военно-морского инженерно-строительного училища ВМФ, был зачислен на 5 курс училища.

В апреле 1941 года воентехник 1 ранга Чернов А.С., по выпуску, назначен преподавателем кафедры специально-технических дисциплин в Военно-морское училище береговой обороны им. ЛКСМУ,

г. Севастополь.

С началом Великой Отечественной войны все курсанты и офицеры училища, участвовали в боевых действиях в составе курсантского батальона на дальних подступах к Севастополю, в 4 км юго-западнее Бахчисарая. Командир роты военинженер 3 ранга Чернов А.С. в этих боях был ранен и награждён за образцовое выполнение боевых заданий командования и проявленную при этом доблесть и мужество орденом «Красная Звезда». После выздоровления продолжает преподавать в ВМУ БО в г. Владивостоке и Риге, на военной кафедре Ленинградского инженерно-строительного института.

В декабре 1959 г. полковник-инженер Чернов А.С. назначен на должность старшего преподавателя кафедры «Фортификации и маскировки» Высшего военного инженерно-технического училища, которую возглавил с 1971 г.

Назначение совпало с важнейшей вехой в истории фортификационного строительства в нашей стране и подготовки специалистов училища. От создания фортификационной защиты морских и сухопутных границ СССР, страна, училище и кафедра переходят к инженерному оборудованию всей территории государства, массовому строительству специальных фортификационных сооружений.

На кафедру «Защитных сооружений» (с 10.1960 г.), в это время, как ведущую организацию в системе специального строительства, была возложена особо важная задача по разработке первых норм строительного проектирования СФС, первых ведомственных руководств и инструкций по расчету сооружений, которые затем регулярно совершенствовались и перерабатывались.

В 1962 г. подготовлен первый учебник по курсу "Защитные сооружения". В 1973 г. коллектив кафедры, разработал новый, отвечающий современному уровню науки учебник "Фортификационные сооружения".

Александр Сергеевич и коллектив кафедры выполняли большое количество научно-исследовательских работ на специальные темы в интересах МО, и одними из первых, с применением численных методов прямого динамического расчета прочности СФС котлованного типа. Как научный руководитель, подготовил 16 кандидатов и 1 доктора технических наук. А.С. Чернову в 1985 г. была присуждена премия Совета Министров СССР.

В жизни он был скромным, без тени высокомерия и честолюбия. Деликатность являлась его характерной чертой. Он всегда пользовался глубоким уважением своих товарищей по кафедре и обладал большим авторитетом среди всего коллектива училища.

За заслуги перед страной награждён 2-мя орденами «Красной Звезды», орденами «Отечественная война» и «За службу Родине», медалями «За оборону Севастополя», «За боевые заслуги», «За оборону Кавказа», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За победу над Японией» и многими другими наградами.

Умер А.С. Чернов 6 декабря 2002 года.

УДК 614.84

Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А.
Konovalov V.B., Sarkisov S.V., Ruzmanov M.D., Sagin K.A.

Математическое описание нестационарного режима кипения жидкого азота на горизонтальной поверхности

Mathematical description of the unsteady boiling regime of liquid nitrogen on a horizontal surface

Аннотация. В статье представлено математическое описание процесса, нестационарного режима кипения криогенной жидкости с горизонтальной поверхности при её мгновенном сбрасывании на твердое тело, данное описание позволяет оценить время испарения расчетного количества жидкого азота (необходимого для создания огнетушащей концентрации в защищаемом помещении) в зависимости от площади поверхности, ее начальной температуры, теплотехнических характеристик материала поверхности и коэффициента теплоотдачи.

Annotation: The article presents a mathematical description of the process, the unsteady boiling regime of cryogenic liquid from a horizontal surface when it is instantly dumped onto a solid, this description allows you to estimate the evaporation time of the calculated amount of liquid nitrogen (necessary to create a fire extinguishing concentration in the protected room) depending on the surface area, its initial temperature, thermal characteristics of the surface material and the coefficient heat transfer.

Ключевые слова: жидкий азот, пожар, кипение азота, нестационарный режим, тепловой поток, обеспечение пожарной безопасности.

Keywords: liquid nitrogen, fire, nitrogen boiling, non-stationary mode, heat flow, fire safety.

Оценка времени испарения жидкого азота с поверхности строительных конструкций влечет за собой исследование процесса нестационарной теплопередачи при кипении криогенной жидкости.

Рассмотрим процесс кипения криогенной жидкости при её мгновенном сбрасывании на твердое тело. Из экспериментальных и теоретических исследований известно, что при достаточно большом температурном напоре кипение криогенной среды на твердой поверхности происходит в условиях устойчивого пленочного режима. С понижением градиента температур тепловой поток к испаряющейся жидкости непрерывно падает, достигая своего минимального значения $q_{\min}$.

При дальнейшем уменьшении теплового потока устойчивая пленка пара, отделяющая жидкость от поверхности кипения, начинает разрушаться. При этом устойчивый пленочный режим сменяется на переходный, который при полном исчезновении паровой пленки (дальнейшем уменьшении ΔT) и установлении непосредственного контакта криогенной жидкости с поверхностью кипения переходит в пузырьковый [6]. Начало установления пузырькового кипения характеризуется максимумом теплового потока от стенки к жидкости. Дальнейшее уменьшение температурного напора в этом режиме приводит к падению, как теплового потока [4], так и интенсивности кипения.

При проливах криогенного вещества на теплопроводное твердое тело смена режимов происходит в такой же последовательности, как и при кипении в большом объеме при контролируемом уменьшении температурного напора. Однако, существенное отличие рассматриваемого случая состоит в том, что температура на поверхности контакта изменяется с течением времени не произвольно, а по закону, определяемому из решения уравнения теплопроводности в подстилающем материале при соответствующих начальных и граничных условиях [16, 17].

Пусть криогенная жидкость, находящаяся при температуре кипения (T^*), мгновенно выливается на всю доступную поверхность теплопроводного твердого тела, имеющего начальную температуру T_0 . Теплопередача от подстилающей поверхности к криогенной жидкости происходит путем теплопроводности и радиации через разделяющий их слой пара. Будем считать, что теплопередача и испарение на внешней поверхности слоя жидкости пренебрежимо малы по сравнению с процессом со стороны нагрева. Это условие точно соблюдается, когда жидкость окружена насыщенным паром азота [8].

Поместив начало координат на поверхность контакта, и направив ось X в глубину подстилающего материала (рис. 1), запишем математическую формулировку задачи об испарении криогенной жидкости в устойчивом пленочном режиме кипения.

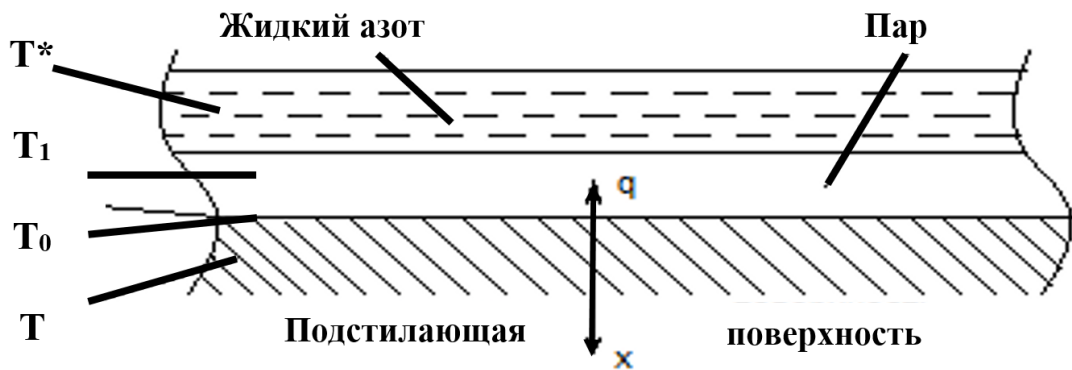


Рис. 1. Расчетная схема процесса пленочного кипения жидкого азота T^* - температура кипения жидкого азота; T_1 - температура пара; T_0 - температура поверхности в начальный момент времени; T - распределение температуры в материале; q - тепловой поток из подстилающего материала в слой пара; x – координата.

Процесс остывания «подложки» описывается нестационарным уравнением теплопроводности

$$\frac{dT}{d\tau}(x, \tau) = a \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}(x, \tau) (\tau > 0, 0 < x < \infty) \quad (1)$$

где $T(x, \tau)$ - распределение температуры в «подложке»;

a – коэффициент температуропроводности «подложки», $a = \lambda / (p \cdot c)$ [$\text{м}^2/\text{с}$];

p - плотность материала «подложки» [$\text{кг}/\text{м}^3$];

c - удельная теплоемкость подложки [$\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$].

Уравнение теплопроводности (1) решается совместно с начальным условием при $x \geq 0$

$$T(x, 0) = T_0 \quad (2)$$

и граничным условием при $\tau > 0$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} T(x, \tau) = T_0 \quad (3)$$

При выборе второго граничного условия, описывающего контакт твердого тела со слоем пара азота, учтём, что для относительно больших температурных напоров (пленочный режим) в качестве граничного условия на поверхности контакта «подложки» со слоем пара будем

использовать условие конвективного теплообмена [5]:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial x}(0, \tau) = a(T(0, \tau) - T_1(\tau)) \quad (4)$$

где: λ - коэффициент теплопроводности твердого подстилающего материала [Дж/(м•с•К)], a - коэффициент теплоотдачи от твердой поверхности в пленку пара [Дж/(м²•с•К)], $T_1(\tau)$ - температура пара.

Температура пара принимается, равной среднему арифметическому между температурой подстилающей поверхности и температурой кипения азота

$$T_1(\tau) = \frac{1}{2}(T(0, \tau) - T_*) \quad (5)$$

Задача решается операционным методом, так как при равномерном начальном распределении температуры операционный метод быстрее приведет к результату.

Если применить преобразование Лапласа к дифференциальному уравнению (1), то уравнение для изображения с учетом начального условия будет иметь вид

$$T_L''(x, s) - \frac{s}{a} T_L(x, s) + \frac{T_0}{a} = 0 \quad (6)$$

Граничные условия для изображения будут следующие:

$$T_L'(0, s) + \left[\frac{T_c}{s} - T_L(0, s) \right] = 0 \quad (7)$$

$$T_L'(\infty, s) = 0 \quad (8)$$

так как:

$$L[T(0, \tau)] = T_L(0, s), \quad L[T_c] = \frac{T_c}{s} \quad (8.1)$$

в условии (7) $H = \frac{a}{\lambda}$ - относительный коэффициент теплообмена.

Решение уравнения (6) в общем виде можно написать так:

$$T_L(x, s) - \frac{T_0}{s} = A_1 \exp\left(\sqrt{\frac{s}{a}} x\right) + B_1 \exp\left(-\sqrt{\frac{s}{a}} x\right) \quad (9)$$

Из условия (4) протяженности следует $A_1=0$; действительно, из соотношения

$$0 = \sqrt{\frac{s}{a}} A_1 \exp(+\infty) - \sqrt{\frac{s}{a}} B_1 \exp(-\infty) \quad (10)$$

следует, что $A_1 = 0$. Физически это означает, что температура на бесконечно большом расстоянии от поверхности не изменяется за все время процесса теплообмена, т. е. $T \rightarrow T_0$ при $x \rightarrow \infty$.

Постоянную B_1 , находим из граничного условия (7)

$$-\sqrt{\frac{s}{a}} B_1 + H \left[\frac{T_c}{s} - \frac{T_0}{s} - B_1 \right] = 0 \quad (11)$$

откуда:

$$B_1 = \frac{(T_c - T_0)}{s \left(1 + \frac{1}{H} \sqrt{\frac{s}{a}} \right)} \quad (12)$$

Тогда решение для изображения примет вид

$$T_L(x, s) - \frac{T_0}{s} = \frac{(T_c - T_0)}{s \left(1 + \frac{1}{H} \sqrt{\frac{s}{a}} \right)} \exp \left(-\sqrt{\frac{s}{a}} x \right) \quad (12)$$

$$L^{-1} \left[\frac{1}{s \left(1 + \frac{1}{C} \sqrt{s} \right)} e^{-k\sqrt{s}} \right] = \operatorname{erfc} \frac{k}{2\sqrt{\tau}} - \exp(Ck + C^2\tau) \operatorname{erfc} \left(\frac{k}{2\sqrt{\tau}} + C\sqrt{\tau} \right) \quad (13)$$

Следовательно, решение задачи запишется

$$Q = \frac{T(x, \tau) - T_0}{T_c - T_0} = \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{\alpha\tau}} - e^{Hx + H^2\alpha\tau} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha\tau}} + H\sqrt{\alpha\tau} \right) \quad (14)$$

где: x - расстояние по оси x ;

$$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt \quad (15)$$

Для того чтобы оценить время испарения жидкого азота τ , необходимо знать температурное поле внутри подстилающего полупространства $T(x, \tau)$ [1]. По температурному полю найдем мощность удельного теплового потока $q(\tau)$ из «подложки» в слой азота в любой момент времени, а затем найдем полный тепловой поток $Q(\tau)$ за время τ . Зная количество тепла, необходимое для испарения всего количества азота Q , из уравнения $Q(\tau) = Q$ определим время испарения азота. Коэффициент теплообмена a считается постоянным на протяжении всего периода пленочного кипения [9].

Плотность теплового потока в единицу времени через поверхность теплоотдачи равна

$$q = -\lambda \frac{\partial T(0, \tau)}{\partial x} \quad (16)$$

С учетом формул (15) и (16) получим выражение для плотности теплового потока

$$q = -\alpha(T_1 - T_0) e^{H^2\alpha\tau} \operatorname{erfc}(H\sqrt{\alpha\tau}) \quad (17)$$

График зависимости плотности теплового потока от времени показан на рисунке 2. Из графика видно, что скорость потока тепла в первые моменты максимальна, а затем постепенно уменьшается, стремясь к нулю при $\tau \rightarrow \infty$.

В начальный момент времени плотность теплового потока максимальна и равна

$$q(0) = q_{\max} = -a(T_1 - T_0) \quad (18)$$

что непосредственно следует из граничного условия.

Расход тепла на испарение жидкого азота за данный промежуток времени можно найти, если проинтегрировать выражение (14) по τ от 0 до τ_1 и умножить на площадь поверхности теплоотдачи [10].

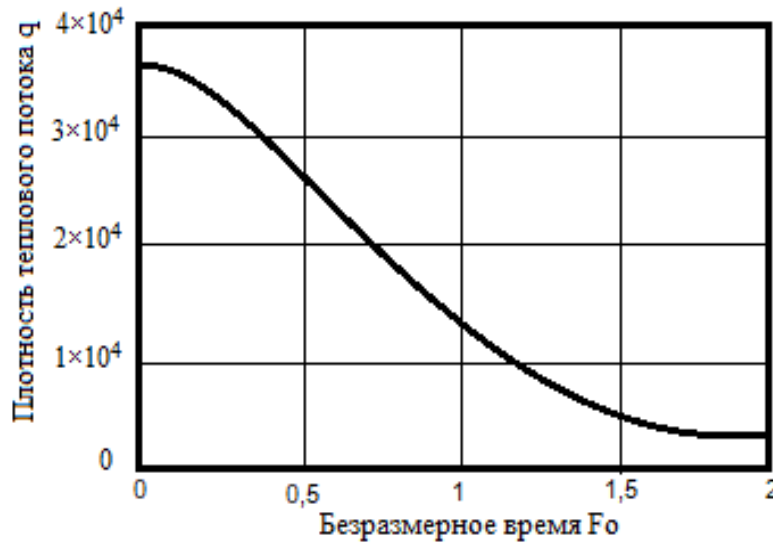


Рис. 2 График зависимости плотности теплового потока q от безразмерного времени Fo

Вводя безразмерные переменные $Fo = \frac{a\tau}{x^2}$ – число Фурье, $Bi = Hx$ – критерий Био;

где x – характерный размер, перепишем выражение для плотности теплового потока (18) в критериальной форме.

$$q = -a(T_1 - T_0)e^{Bi^2 Fo} \operatorname{erfc}(Bi\sqrt{Fo}) \quad (19)$$

Интегрируя (19) по τ , мы получим удельное количество теплоты Q , которое передано от поверхности к жидкому азоту через единицу площади за время τ , соответствующее Fo .

$$Q = -a(T_1 - T_0) \int_0^\tau e^{Bi^2 Fo} \operatorname{erfc}(Bi\sqrt{Fo}) dFo \quad (20)$$

Принимаем $\tau = \frac{Fo \cdot x^2}{a}$, получим конечную формулу для удельного количества теплоты

$$Q = -\frac{x^2 \cdot a}{a} (T_1 - T_0) \int_0^{Fo} e^{Bi^2 Fo} \operatorname{erfc}(Bi\sqrt{Fo}) dFo \quad (21)$$

Полученная формула (21) позволяет рассчитать удельное количество теплоты, переданного из подстилающего материала слою кипящего азота за время, характеризующее Fo . Эта же формула устанавливает зависимость интенсивности процесса испарения жидкого азота от теплофизических свойств подстилающего материала, которые характеризуются критерием Bi . На рис. 2 приведен график, показывающий зависимость удельного количества теплоты, переданного за различное время (Fo изменяется от 0,4 до 2) от свойств материала (Bi изменяется от 0 до 2,2).

Зная количество жидкого азота, которое необходимо подать в защищаемое помещение для создания в нем огнетушащей концентрации, мы можем рассчитать количество теплоты Q'' , необходимое для его испарения. С помощью выражения (20) мы определим время испарения τ'' этого количества азота с определенной площади в зависимости от свойств подстилающего материала.

Затем необходимо определить тепловой поток q'' к криогенной жидкости через время τ'' по формуле (18) и сравнить его с минимальным тепловым потоком $q_{\min}$ (для азота $q_{\min} = 8$ кДж/м²). Выполнение условия $q'' \geq q_{\min}$ свидетельствует о протекании процесса испарения в

плёночном режиме кипения [14].

Для того чтобы определить минимальную толщину слоя подстилающего материала, необходимо воспользоваться формулой (14), которая в критериальной форме запишется

$$Q = \frac{T(x, \tau) - T_0}{T_1 - T_0} = \operatorname{erfc} \frac{1}{2\sqrt{Fo}} - e^{Bi + Bi^2 Fo} \operatorname{erfc} \left(\frac{1}{2\sqrt{Fo}} + Bi\sqrt{Fo} \right) \quad (21)$$

График зависимости, рассчитанной по формуле (21) приведен на рисунке 4.

Анализ расчетных зависимостей, полученных с помощью аппарата математического моделирования, показал следующее.

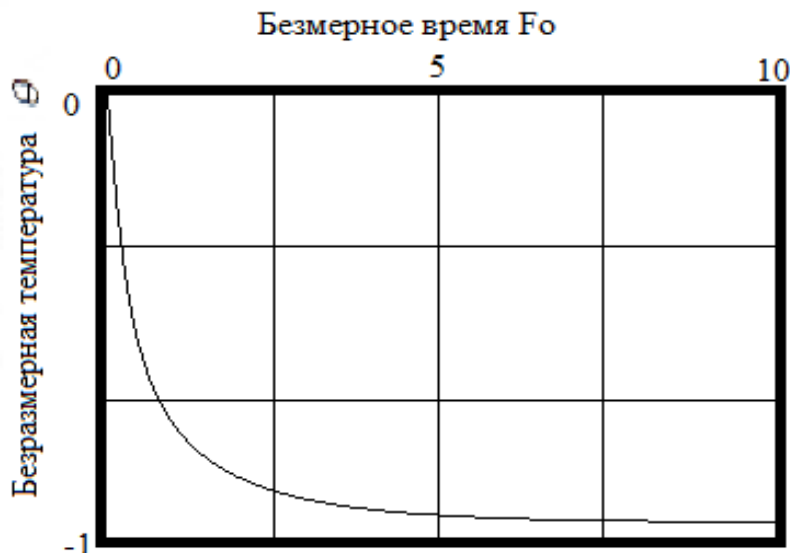


Рис. 4. График зависимости безразмерной температуры Q в слое подстилающего материала на расстоянии x от поверхности от Fo

Времена испарения жидкого азота и существования плёночного режима кипения на горизонтальной поверхности лежат в области малых Fo.

Основное влияние на время испарения жидкого азота оказывает площадь пролива, на которой реализуется процесс кипения. Дополнительное влияние оказывают такие характеристики материала «подложки», как плотность, удельная теплоемкость, теплопроводность, начальная температура [13].

Вывод: Для описания нестационарного режима кипения жидкого азота на горизонтальной поверхности, автором разработана новая математическая модель, которая позволяет оценить время испарения расчетного количества жидкого азота (необходимого для создания огнетушащей концентрации в защищаемом помещении) в зависимости от площади поверхности, ее начальной температуры, теплотехнических характеристик материала поверхности и коэффициента теплоотдачи. С помощью данной модели также можно оценить время существования плёночного режима кипения и определить необходимую минимальную толщину подстилающей поверхности.

Список литературы:

1. Лапшин Г.А. Специальные фортификационные сооружения и их комплексы. Учебное пособие для иностранных курсантов военных вузов строительных специальностей. 1-е изд., ВИ(ИТ)-СПб. Высшая школа, 2012. - стр. 95-96.
2. Федеральный Закон РФ от 22 июля 2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Левыкин В.И. Фортификация: прошлое и современность. - М.: Воениздат,

1987. - стр. 101-102.

4. Справочник по теплообменникам: В 2-х тт./ Пер. с англ.: под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. - М.: Энергоатомиздат. 1987. - 560 с.
5. СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
6. Саркисов С.В. Экология: учебник. - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2015, - 73 с.
7. Методические рекомендации. – Красноярск: СЭУ ФПС ИПЛ по Кк, 2013 – 22 с.
8. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А. Повышение эффективности средств пожаротушения // Военный инженер, Санкт-Петербург, 2021. - № 1 (19).
9. Топоров А.В., Саркисов С.В., Рузманов М.Д. Комбинированная система автоматического пожаротушения // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2022. – № 2(21).
10. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А., Петров Д.К. Вопросы эвакуации людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 6 (18).
11. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А. Техно-экономические показатели применения криогенной установки газового пожаротушения в условиях герметичных помещений // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2022. – № S2(22). – С. 15-23. – EDN IKDRCH.
12. Саркисов С.В., Вакуненко В.А. К вопросу разработки конструктивно-технологических решений подземных специальных фортификационных сооружений // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. Генерала армии А.В. Хрулева. 2016. №2(6).
13. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Потапенко В.В., Булат В.А. Методика и результаты испытаний автоматической системы противопожарной защиты, разработанной для подземных объектов // Военный инженер, Санкт-Петербург, 2021. - № 4 (22).
14. Макарьчук Г.В., Саркисов С.В., Мележик А.О. К вопросу о выборе современных теплоизоляционных материалов. // Актуальные проблемы военно-научных исследований: сборник научных трудов / под ред. В.Б. Коновалова -СПб.: ПОЛИТЕХ -ПРЕСС, 2019. -С. 336-343.
15. Саркисов С.В., Игнатьев А.А., Черемисин С.З., Валуйский В.А. Новые технические решения в области разработки средств индивидуальной защиты органов дыхания военного назначения // Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники» Серия 16: Технические средства противодействия терроризму 9-10 (159-160) – СПб – 2021 г. – С. 96-103.
16. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А., Борисова Д.В. Повышение противопожарной устойчивости сооружений // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2022. № 3 (23).- С. 200-209. – EDN DGFTQE.
17. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К. А., Иванков Е. В. Методика определения огнетушащей концентрации газообразного азота // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2019. № 4 (24).- С. 97-102. – EDN UOGGGA.

Технические решения по созданию установок сжигания твердых коммунальных отходов в псевдоожиженном слое на энергетических объектах Минобороны России**Technical solutions for the creation of solid municipal waste incineration plants in a fluidized bed at energy facilities of the Russian Ministry of Defense**

Аннотация. В статье представлены перспективные технических решения и разработки в области утилизации твердых коммунальных отходов и других видах твердого топлива на котлоагрегатах малой мощности в псевдоожиженном слое. Показаны основные конструктивные и технологические элементы котлоагрегатов и последовательность операций по подготовке исходного топлива к процессу устойчивого горения.

Abstract. The article presents promising technical solutions and developments in the field of solid municipal waste disposal and other types of solid fuel on low-power boilers in a fluidized bed. The main structural and technological elements of boilers and the sequence of operations for the preparation of the initial fuel for the process of sustainable burning are shown.

Ключевые слова: технические решения, псевдоожиженный слой, твердые коммунальные отходы.

Keywords: technical solutions, fluidized bed, solid municipal waste.

Одним из перспективных направлений модернизации и технического перевооружения существующих в Минобороны России котельных малой мощности является применение технологии сжигания органических топлив, включая твердые коммунальные отходы в высокотемпературном псевдоожиженном (кипящем) слое (ВТКС).

Разработкой котлов данного типа, а также исследованиями их работы на статистических и динамических режимах проводятся специалистами Военного института (инженерно-технического) Военной академии материально-технической академии совместно с рядом организаций г. Санкт-Петербурга [1, 6]. Разработаны основные принципы построения котлов малой мощности с топками кипящего слоя при сжигании твердого топлива, активно проводятся исследования рабочих процессов, выполняются конструкторские разработки по технологиям горения топлива в высокотемпературном (ВТКС) и низкотемпературном (НТКС) кипящем слое при сжигании различных видов твердого топлива [2].

Новым и перспективным направлением модернизации теплового хозяйства на объектах Минобороны России в воинских частях и подразделениях является разработка и применение многофункциональных котлоагрегатов малой мощности (до 3 МВт) с возможностью сжигания твердых коммунальных отходов как самостоятельно, так и совместно с угольной смесью, без какой-либо технологической перенастройки режима горения в устойчивом температурном режиме. Разработаны и запатентованы различные технологические варианты устройства котлоагрегатов для сжигания твердого топлива, твердых коммунальных отходов [8] в псевдоожиженном слое, а также способы их работы [3].

Базовым техническим решением по поддержание устойчивого горения при сжигании твердых коммунальных отходов на статических и динамических режимах работы является «Котлоагрегат для сжигания твёрдых коммунальных отходов в кипящем слое».

Основной конструктивной особенностью данного котлоагрегата является применение жидкотопливных горелок, направленных под углом в сторону колосниковой решетки. Установка производится в боковой части обмуровки с двух сторон в шахматном порядке. Данное решение позволяет поддерживать требуемый температурный в активной зона горения по длине и высоте топочного пространства.

Устройство и принцип работы данного технического решения показано на рисунке 1.

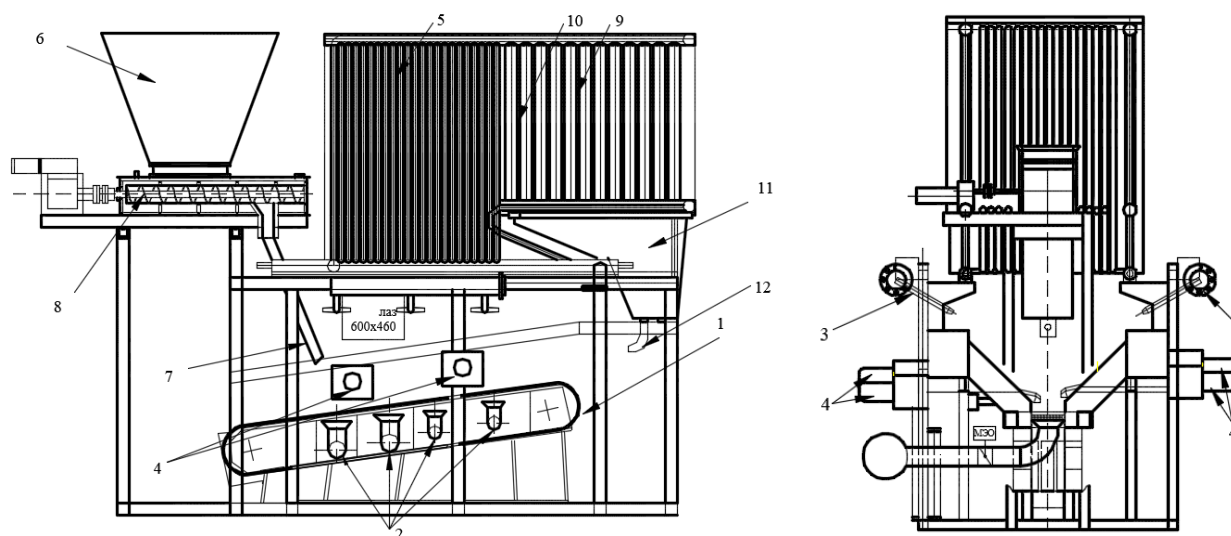


Рис. 1 – Котлоагрегат для сжигания твёрдых коммунальных отходов в кипящем слое. 1- подвижная колосниковая решетка, 2- дутьевые зоны первичного воздуха, 3- дутьевые зоны вторичного дутья, 4- жидкотопливные горелки, 5-экранные поверхности нагрева, 6- бункер топлива, 7- наклонная плита, 8- шнековый питатель топлива, 9- конвективные поверхности нагрева, 10- жаропрочная перегородка, 11- бункер возврата уноса, 12- эжектор возврата уноса.

Загрузка исходного топлива в виде подготовленных твердых коммунальных отходов производится в топливный бункер, где происходит смешение с углем фракцией до 40 мм. Далее топливная смесь по наклонной плите поступает в топку котла. Часть воздуха на горение направляется под колосниковую решетку через дутьевые зоны первичного воздуха, а другая – в надслоевое пространство через щелевые сопла вторичного дутья. Дымовые газы поднимаются от колосниковой решетки прямого хода в верхнюю часть топки, проходят по ряду параллельных экранных труб водотрубной секции, разворачиваются на 180° и проходя вверх по конвективной водотрубной секции удаляются в дымовую трубу. Для увеличения коэффициента теплоотдачи производится разворота дымовых газов между экранными и конвективными водотрубными секциями с помощью перегородки из жаропрочной стали. Также резкий разворот дымовых газов позволяет осадить в бункере возврата уноса унесенные из топки несгоревшие частицы топлива и летучей золы, с помощью эжектора возврата уноса вернуть их в топку на дожигание.

Поддержание устойчивой температуры горения не ниже 1200 °С при сжигании твердых коммунальных отходов на статических и динамических режимах работы достигается за счет того, что подготовленные коммунальные отходы перемешиваются с угольной смесью и питателем шнекового типа направляются в топку котла. При этом работа жидкотопливных горелок, установленных в обмуровке котла с двух сторон, в автоматически поддерживает требуемый температурный режим котлоагрегата, что позволяет более качественно сжигать твердые коммунальные отходы и вырабатывать теплоту для нужд теплоснабжения [7] (патент на полезную модель № 208091).

Данное решение расширяет функционал котлов с псевдоожиженным слоем по сжиганию различной гаммы твердых топлив, включая утилизацию измельчённых твердых коммунальных отходов.

Для более эффективного сжигания ТКО как самостоятельно, так и с угольной смесью с более крупным фракционным составом до 80 мм и повышенной влажностью разработано техническое решение «Котлоагрегат для сжигания угля, дробленых коммунальных отходов и способ его работы» (патент на изобретение № 2772092), представленное на рисунке 2 [4].

Устройство и принцип работы данного котлоагрегата показано на рисунке 2.

В отличие от предыдущего технического решения, в котором дробленые коммунальные отходы подавались в один общий бункер с углем, здесь питатель выполнен удлиненным и над его удлиненной частью по ходу подачи топлива за бункером для угольной смеси установлен дополнительный бункер для дробленых твердых коммунальных отходов.

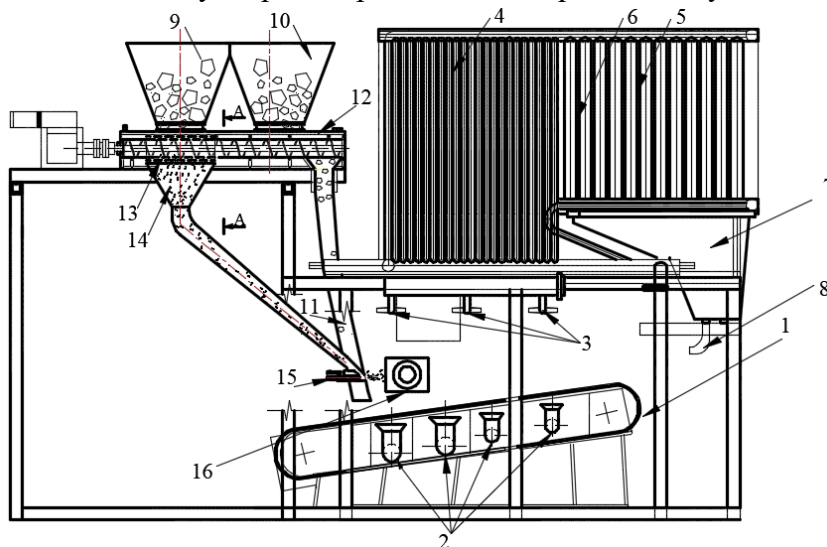


Рис.2 Разрез котлоагрегата – вид сбоку

1 - подвижная колосниковая решетка; 2 - воздуховод в зоне первичного дутья под решеткой; 3 - щелевые сопла; 4,5 - стальные газоплотные водотрубные секции; 6 - перегородка из жаропрочной стали; 7 - бункер возврата уноса; 8 - эжектор возврата уноса; 9 - бункер угля; 10 - бункер дробленых коммунальных отходов; 11 - наклонная плита подачи топлива на решетку; 12 - винтовой питатель топлива с удлиненным шнеком; 13 - нижняя полуокружность желоба питателя; 14 - поддон с конусной нижней частью для мелкой фракции угля; 15 - пневматический забрасыватель; 16 - горелочные устройства.

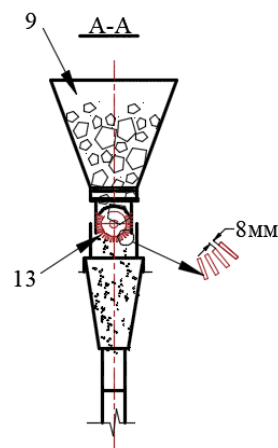


Рис.3 Разрез со стороны питателя топлива

9 – бункер угля;
13-нижняя полуокружность желоба питателя.

Принцип работы состоит в следующем. Смесь топлива подается из двух бункеров по наклонной плите на колосниковую решётку с помощью питателя топлива шнекового типа. Нижняя полуокружность желоба питателя выполнена из полосовой стали с продольными щелями от первого до второго бункера. Ниже под питателем установлен поддон с конусной нижней частью из которого мелкая фракцию угля при помощи пневматического сбрасывателя воздухом от компрессора попадает в зону активного горения топки котла над подвижной колосниковой решеткой. Для поддержания требуемой температуры горения в боковой обмуровке котла навстречу друг другу также как и в предыдущем техническом решении дополнительно установлены горелочные устройства [5].

Конструктивные особенности данного технического решения позволяют накапливать в шнековом питателе топлива только крупную угольную фракцию, мелкая в свою очередь просыпается в конусообразный поддон, что позволяет освободившееся пространство питателя заполнить частицами дробленых твердых коммунальных отходов из последующего бункера. Данное устройство обладает повышенной надежностью и устойчивостью процесса горения в активной зоне горения котлоагрегата, за счет более качественного перемешивания, разделения и прогрева подаваемого исходного топлива, что значительно повышает температуру в зоне горения и способствует более быстрому прогреву топлива.

Выводы:

Разработанный комплекс конструктивных решений и способов в установках малой мощности с псевдоожиженным слоем позволяет повысить экономическую эффективность и multifunctionality работы устройств на различных режимах работы при сжигании твердых коммунальных отходов с различной калорийной способностью и влажностью как самостоятельно, так и с угольной смесью.

Список литературы:

1. Бондарев А.В. Экспериментальные исследования переходных и стационарных режимов работы в котлах высокотемпературного кипящего слоя с рециркуляцией уходящих газов // *Двигателестроение* №1- СПб., 2019. С 33-39.
2. A.V. Bondarev, S. V. Aleksandrov, S. V. Sarkisov, S. B. Pashkin V. A. Vakunenko. Prospects for using combined low-power fluidized bed installations for heat supply of departmental and municipal facilities // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall., Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. С. 12189.
3. Bondarev A.V., Sarkisov S.V., Tarasov V.N., Vakunenko V.A., Biryukov N.A. Transient operating regimes modeling in low-power boilers of a high-temperature fluidized bed. // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 919. 2020. 052042. DOI: 10.1088/1757-899X/919/5/052042.
4. Кащеев Р.Л., Бондарев А.В., Саркисов С.В., Смирнов А.В., Тучков В.К., Тучков К.В. Котлоагрегат для сжигания угля, дробленых коммунальных отходов и способ его работы. Патент на изобретение № 2772092 РФ, МПК7 F23G 5/30 № 2021129786; заявл. 12.10.2021; опубл. 16.05.2022, Бюл. №14.
5. Коновалов В.Б., Бондарев А.В., Кащеев Р.Л., Тучков В.К. Перспективы утилизации твердых коммунальных отходов в многотопливных котлах псевдоожиженного слоя // *СПб: Военный инженер*. – 2020. – № 2(16). – С. 3-12. – EDN JGAQFP.
6. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Курбанов А.Х., Вакуненко В.А. Задачи и особенности развития системы материально-технического обеспечения военной организации государства в направлении совершенствования систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры МО РФ // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № 7 (8). С. 95-109.
7. Аверьянов В.К., Саркисов С.В., Корпусов А.Н., Валуйский В.А. Проблемы теплоснабжения с позиции энергетической безопасности. // *Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники» Серия 16: Технические средства противодействия терроризму* 9-10 (147-148) – СПб – 2020 г. – С. 8-15.
8. Кащеев Р.Л., Зенкевич М.Ю., Саркисов С.В., Янович К.В. Оценка экономической эффективности функционирования комплекса сортировки твердых коммунальных отходов // *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020. № 9 (10).- С. 251-264

О разработке метода расчёта энергетического баланса комплекса технических систем и объёма теплоаккумулирующего вещества специальных объектов при изоляции от атмосферы

On the development of a method for calculation of the energy balance of a complex of technical systems and the volume of the heat storage substance of special objects when isolated from the atmosphere

Аннотация. В статье представлен метод расчёта энергетического баланса комплекса технических систем и объёма теплоаккумулирующего вещества специальных объектов при изоляции от атмосферы

Abstract. The article considers the issue of developing a method for calculating the energy balance of a complex of technical systems and the volume of heat-accumulating substance of special objects during isolation from the atmosphere.

Ключевые слова: мокрый скруббер, известковое молоко, автономная энергетическая установка (АЭУ), энергохолодильная система, замкнутый цикл.

Keywords: wet scrubber, milk of lime, autonomous power plant, energy refrigeration system, closed cycle.

Бесперебойная работа автономной энергетической установки (АЭУ) в течение необходимого нормативного периода является важнейшим условием для обеспечения функционирования специального объекта (СО) без связи с атмосферой [1, 2, 16].

Для обеспечения работы ДЭУ по замкнутому циклу необходимо решение двух основных задач:

очистка отработавших газов для обеспечения непрерывной работы установки;

отведение избыточных тепловых потоков от комплекса технических систем и технологического оборудования.

Наиболее распространённой АЭУ является дизельная энергетическая установка (ДЭУ). В ходе исследований, проводимых в ВИТУ, НПО «Архей», НПО ЦНИТА, АО «СПМБМ Малахит» и других научно-исследовательских и научно-производственных объединениях, разработаны различные подходы и технические устройства, при реализации которых возможна работа ДЭУ по замкнутому циклу (ЗЦ) – без связи с атмосферой.

Автором разработана классификация различных подходов и методов очистки отработавших газов, представлена на рисунке 1, а также классификация методов очистки отработавших газов (рисунк 2).

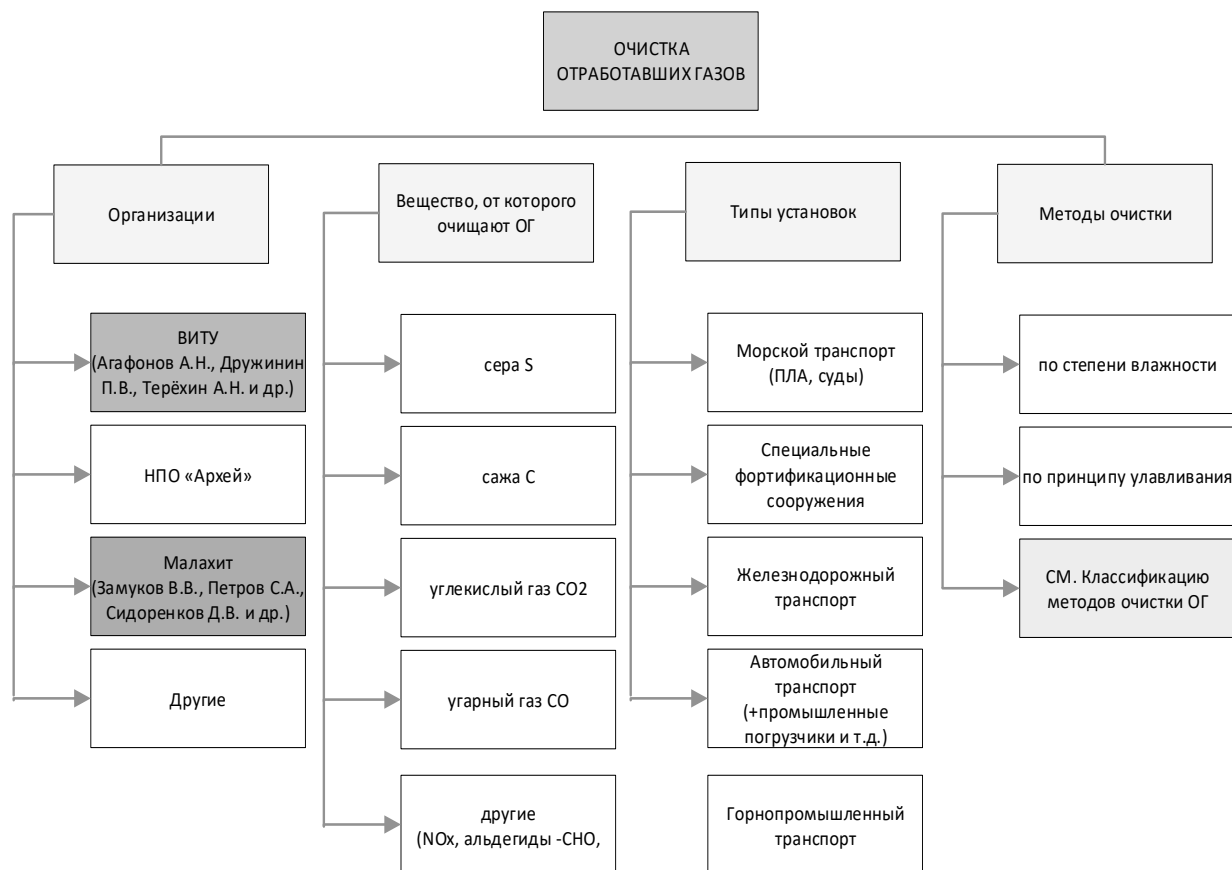


Рис. 1 – Классификация различных подходов к вопросу очистки отработавших газов ДЭУ при работе по ЗЦ

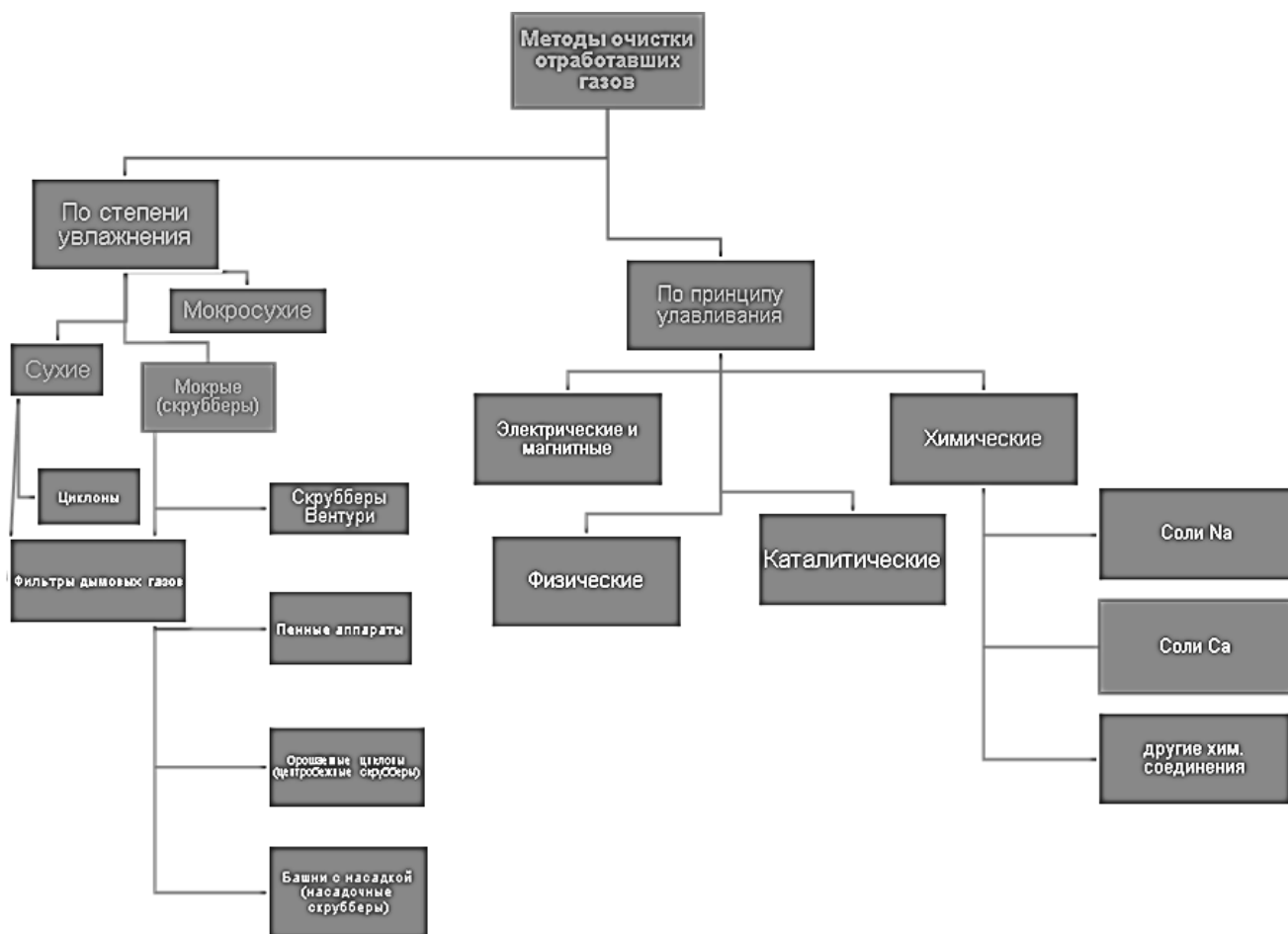


Рис. 2 – Классификация методов очистки отработавших газов

Разработка принципиальных схем систем автономного энергоснабжения специальных объектов на основе энергохолодильных систем при изоляции от атмосферы.

В ходе проводимых исследований разработаны и запатентованы различные технические решения в области очистки отработавших газов, использующие соответственно физический принцип поглощения ОГ [3], каталитический [4], а также химический [5], разработаны программы ЭВМ [6-8], а также разработан комплекс эффективных методов удаления диоксида углерода из отработавших газов. Наиболее эффективным по ряду параметров является использование известкового молока (суспензии гашёной извести) в мокром пенном скруббере, самом эффективном на сегодняшний момент скруббере в мире [9, 10, 11]. Как известно, скруббер – это аппарат для очистки твёрдых и газообразных сред от различных примесей в химических и технологических процессах. Для обеспечения необходимой влажности рабочей смеси ДЭУ ЗЦ наиболее оптимальным является применение ламельных каплеуловителей [12].

При разработке системы автономного энергоснабжения СО при работе без связи с атмосферой за основу взята схема работы дизеля подводной лодки, работающего по замкнутому циклу под названием «Крайслауф» (рисунок 3а), в переводе с немецкого – «бег по кругу». Однако существенным недостатком в данной схеме является то, что теплоизбытки от ДЭУ и технологического оборудования, которые выбрасывались в окружающее водное пространство, на СО при работе без связи с атмосферой необходимо передавать теплоаккумулирующему веществу. Для этого будут использоваться энергохолодильные системы. На рисунке 3б представлена адаптированная для СО при работе без связи с атмосферой схема.

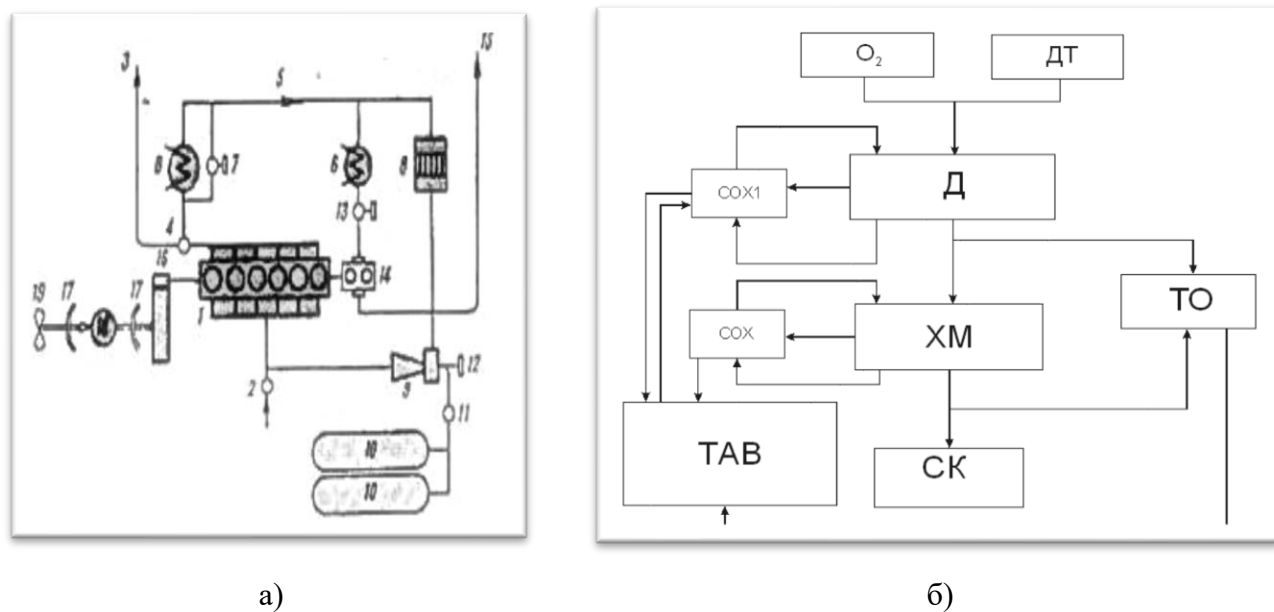


Рис. 3 – Принципиальные схемы работы ДЭУ по ЗЦ

- а) схема работы дизеля по замкнутому циклу «Крайслауф» (Германия, 1935 год);
б) адаптированная принципиальная схема энергохолодильной системы для работы СО без связи с атмосферой

Энергохолодильная система СО при работе без связи с атмосферой – система обеспечения энергетических потребностей объекта, а также отвода и поглощения диссипированной (в конечном итоге энергопреобразований) низкотемпературной теплоты за счёт применения ТАВ и холодильных машин, при этом $Q_{\text{ЭХСЗЦ}} = Q_{\text{ТАВ}}$.

Особенностью функционирования СО при работе без связи с атмосферой является то, что вся энергия, генерируемая системой жизнеобеспечения, в конечном итоге энергопреобразований диссипирует в низкотемпературную теплоту, которую необходимо удалять из помещений СО для поддержания в них требуемого температурно-влажностного режима.

При применении вероятным противником высокоточного оружия, внешнее электроснабжение и подача атмосферного воздуха в СО может быть прекращено из-за разрушений вокруг сооружения.

Использование для этой цели подземных грунтовых вод ограничено возможностью выхода из строя артезианских скважин и условий залегания водоносных горизонтов в результате динамических воздействий ядерных взрывов.

Для расчётов необходимо использовать высшую теплоту сгорания топлива, т.к. водяные пары от сгорания топлива остаются в замкнутой системе и должны быть поглощены ТАВ.

Принципиальная схема системы представлена на рисунке 4. Воздушная смесь первоначально поступает в ДЭУ, образуются продукты сгорания, затем вся смесь поступает в мокрый скруббер для нейтрализации и охлаждения. После нейтрализации диоксида углерода (в основном), а также других загрязнений, в очищенную воздушную смесь добавляется порядка 20% кислорода. Очищенные, охлаждённые и осушенные отработавшие газы используются для организации нового цикла ДЭУ ЗЦ.

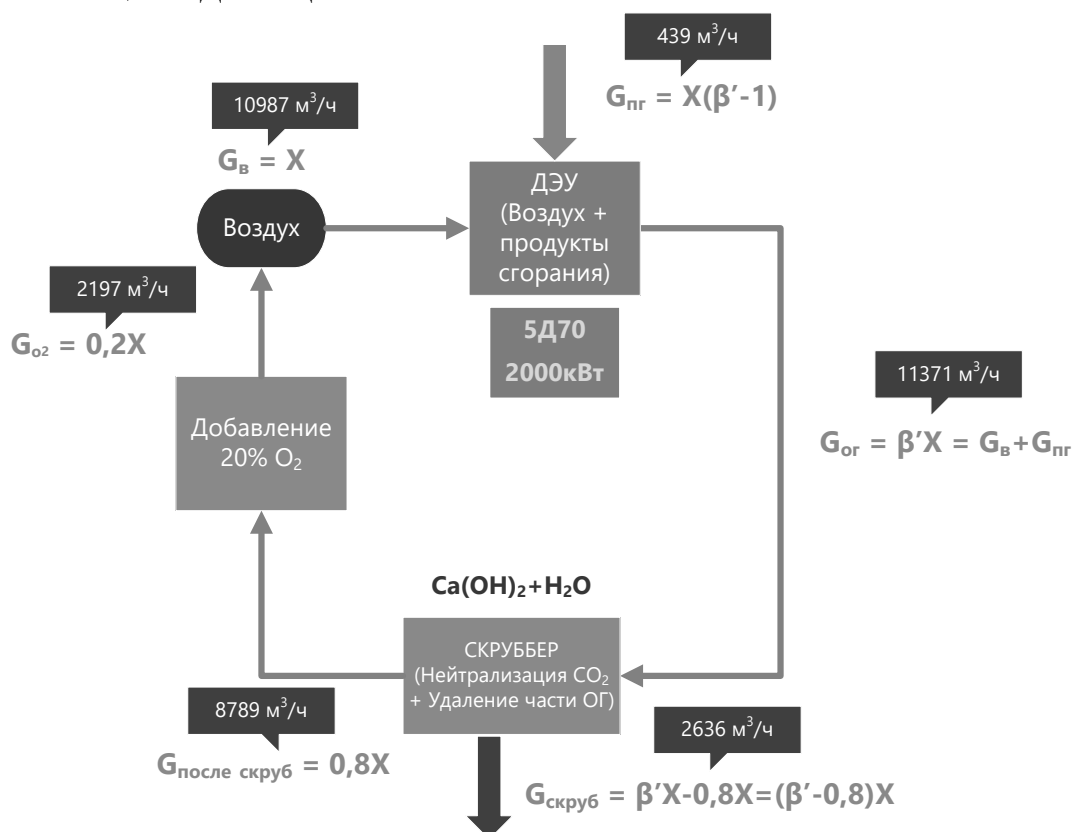


Рис.к 4 – Принципиальная схема работы ДЭУ по замкнутому циклу при очистке отработавших газов мокрым скруббером с известковым молоком (на примере ДЭУ мощностью 2000 кВт)

Разработана блок-схема метода очистки отработавших газов с помощью мокрого скруббера для обеспечения работы ДЭУ по ЗЦ, представлена на рисунке 5.

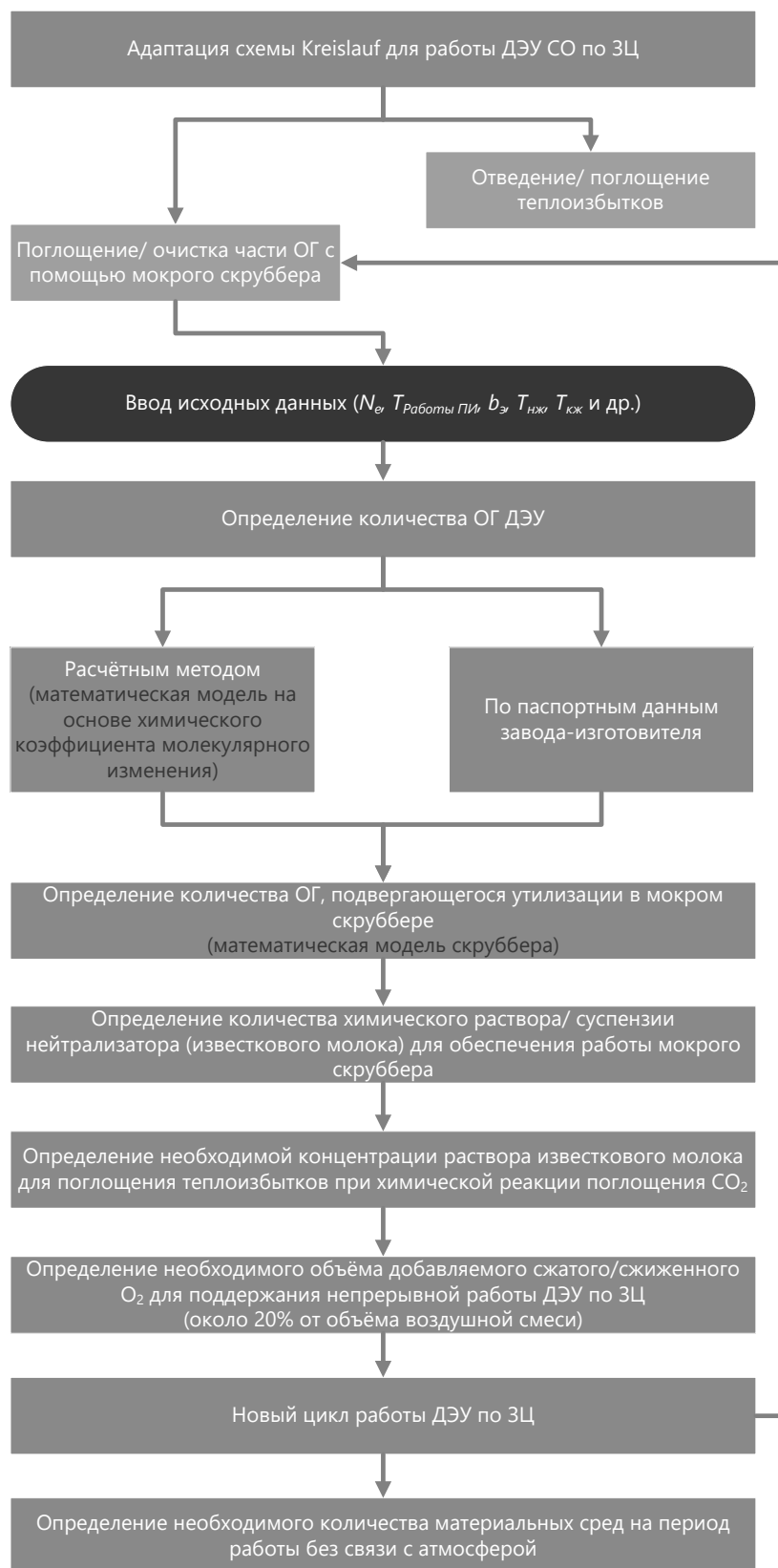


Рис. 5 – Блок-схема метода нейтрализации отработавших газов дизельной энергетической установки, работающей по замкнутому циклу, с помощью мокрого скруббера

Для практической реализации разработанного метода автором разработано техническое решение мокрого пенного скруббера представлена на рисунке 6.

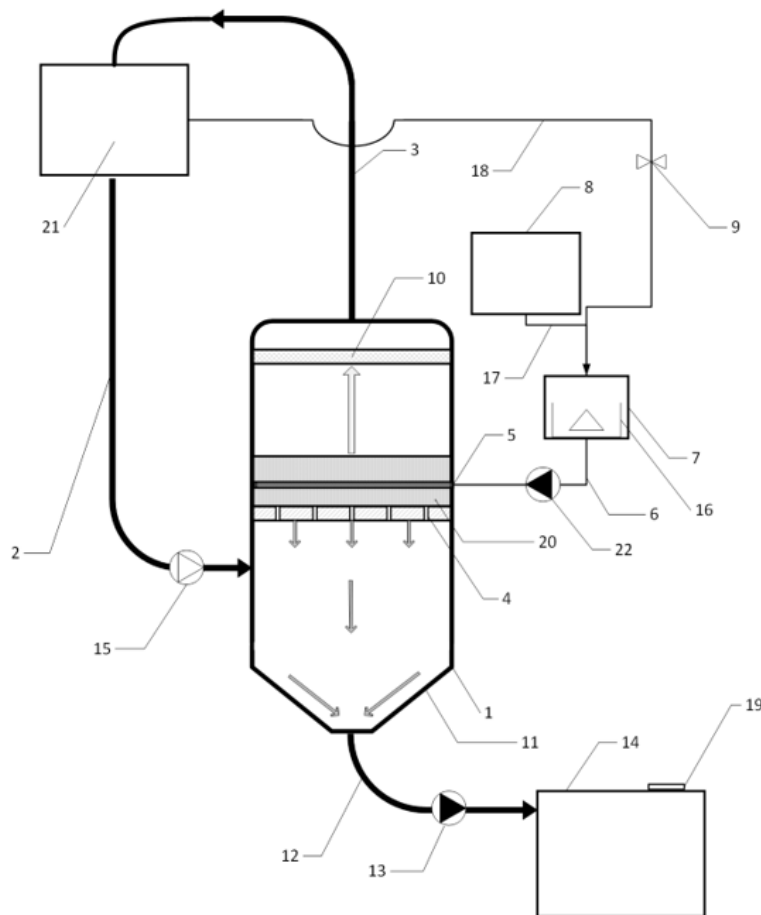
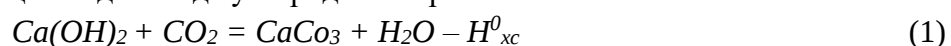


Рис. 6 – Система очистки отработавших газов двигателя АЭУ, работающей по ЗЦ

Достижимый технический результат - повышение эффективности реакции между отработавшими газами и водной нейтрализующей суспензией известкового молока для удаления углекислого газа из состава отработавших газов ДЭУ ЗЦ, безопасности работы обслуживающего персонала с нейтрализующей суспензией и снижение влажности очищенных отработавших газов.

В полости скруббера по ходу движения отработавших газов снизу вверх, отработавшие газы проходят через зону пенообразования 20, расположенную над щелевыми тарелками 4. Для образования пены в зону пенообразования 20 из горизонтальной перфорированной трубы 5 подается водный нейтрализующий раствор в виде известкового молока по линии подачи водного нейтрализующего раствора 6 из ёмкости-дозатора 7, который собирается на щелевых тарелках 4, установленных в средней части полости скруббера 1. Отработавшие газы от двигателя 21, поступающие по линии подачи отработавших газов 2, за счет высокого давления, создаваемого компрессором 15, проходят через щели щелевых тарелок 4 и «взбивают» в пену раствор водного нейтрализующего раствора (известкового молока) в зоне пенообразования 20. За счет образования пены известкового молока резко увеличивается площадь контакта реагирующих сред в зоне пенообразования 20, что обеспечивает повышение эффективности реакции между отработавшими газами и водным нейтрализующим раствором для удаления углекислого газа из состава отработавших газов двигателя 21 энергетической установки, работающей по замкнутому циклу.

Реакция поглощения диоксида углерода из отработавших газов известковым молоком:



Реакция экзотермическая – происходит с выделением энергии, которую необходимо поглотить. Энтальпия реакции:

$$-H_{xc}^0 = -(\Delta H_{Ca(OH)_2} + \Delta H_{CO_2}) - [-(\Delta H_{CaCO_3} + \Delta H_{H_2O(ж)})] \quad (2)$$

$$CaCO_3 + CO_2 = H_2CO_3 - H_{xc}^0 \quad (3)$$

Таким образом, согласно (3), при дальнейшем поглощении CO_2 образовавшимся в результате реакции (1) карбонатом кальция $CaCO_3$ происходит его превращение в угольную кислоту, которая является нестабильным соединением, но растворяется в воде, образуя прозрачный раствор, который будет стекать в ёмкость продуктов очистки ОГ. Теоретическая возможность «забивания» тарелок мокрого скруббера снижается при использовании известкового молока. Также для периодической очистки тарелок эффективно использование промывки под высоким давлением.



Так как скорость физической абсорбции CO_2 мала (она колеблется от $3,5 \cdot 10^{-7}$ до $2,5 \cdot 10^{-6}$ кмоль/с или от $1,5 \cdot 10^{-5}$ до $1,1 \cdot 10^{-4}$ кг/с), то для обеспечения поглощения из ОГ необходимого количества CO_2 только за счёт физической абсорбции потребовались бы значительные объёмы активной зоны контактного аппарата. В связи с этим необходимо использовать не только физическую, но и химическую абсорбцию CO_2 .

Происходящие в мокром скруббере процессы очистки ОГ являются экзотермическими, соответственно, теплота, образующаяся при данных процессах, должна быть поглощена. Тот фактор, что для нейтрализации ОГ используется именно суспензия $Ca(OH)_2$, по сути, является дополнительным фактором, увеличивающим эффективность разработанного пенного скруббера. Вода, содержащаяся в суспензии, будет поглощать избыточное тепло от реакций и процессов, происходящих в системе ЗЦ. Для решения данного вопроса подбирается необходимая концентрация суспензии известкового молока, вода в её составе будет поглощать выделяющуюся теплоту.

Также, помимо CO_2 , в скруббере будут удаляться и другие продукты ОГ, что положительно сказывается на работе ДЭУ по ЗЦ.

Тепловой баланс ДЭУ при изоляции от атмосферы имеет вид:

$$Q_T = N_e + \Sigma Q_{пот} \quad (5)$$

или

$$B_e \cdot Q_n^p \cdot / 3600 = N_e + \Sigma Q_{пот}, \text{ где} \quad (6)$$

Q_T - теплота, выделившаяся при сгорании топлива, кВт;

B_e - расход топлива, кг/час;

Q_n^p - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг;

N_e - эффективная мощность двигателя – это мощность, измеряемая на выходном фланце коленчатого вала, для дизельредукторных агрегатов (ДРА) эффективная мощность измеряется на выходном фланце редуктора, кВт;

$\Sigma Q_{пот}$ - сумма потерь теплоты, отдельно для каждого вида потерь, кВт.

Итоговым выражением теплового баланса энергохолодильной системы замкнутого цикла (ЭХСЗЦ) будет:

$$Q_{ЭХСЗЦ} = Q_{охл.дизеля} + [N_e + Q_{вых.газ} + Q_{ИМ+CO_2} + Q_{H_2O+CO_2} + Q_{охл.ОГ(550-50)}], \quad (7)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя – это мощность, измеряемая на выходном фланце коленчатого вала, для дизельредукторных агрегатов (ДРА) эффективная мощность измеряется на выходном фланце редуктора, кВт;

$Q_{охл.дизеля}$ – теплота, отведённая в систему охлаждения дизеля, кВт;

$Q_{вых.газ}$ – теплота, отведённая с отработавшими газами и излучением, кВт;

$Q_{ИМ+CO_2}$ – теплота, образовавшаяся в результате химической реакции поглощения углекислого газа известковым молоком, кВт;

$Q_{H_2O+CO_2}$ – теплота, образовавшаяся в результате поглощения углекислого газа водной частью суспензии известкового молока, кВт;

$Q_{охлОГ(550-50)}$ – теплота, необходимая для охлаждения ОГ с температуры около 550°C (823 К) до 50°C (323 К), кВт.

Учитывая, что часть поглотителя не может быть использована в процессе, а также различную эффективность поглощения CO_2 при различных температурах отработавших газов, запас поглотителя должен быть больше расчётного количества на величину $K_{зап}$:

$$G_{зап} = G_n \cdot k_{зап}, \quad (8)$$

где G_n – первоначально рассчитанный расход поглотителя;

$k_{зап}$ – коэффициент запаса, зависит от конструктивных особенностей скруббера, в предварительных расчётах может приниматься в пределах $k_{зап} = 1,1 \div 1,2$.

Для решения второй задачи необходимо отметить, что вся энергия, выделяемая от работы ДЭУ при отсутствии связи с атмосферой, диссипируется (рассеивается) на разных температурных уровнях и ввиду отсутствия теплообмена с окружающей средой, должна аккумулироваться в СО за счёт необходимого количества теплоаккумулирующего вещества – ТАВ (воды), предварительно запасённого в СО на весь период работы без связи с атмосферой [13, 14].

Исходным выражением для определения расхода охлаждающей жидкости (ТАВ) является формула:

$$Q = G \cdot (T_{кж} - T_{нж}) \cdot C_{рж} \cdot \rho_{ж} / 3600, \quad (9)$$

где Q – количество тепловой энергии, которую необходимо аккумулировать, кВт;

G – объёмный расход охлаждающей жидкости, м³/ч;

$C_{рж}$ – удельная теплоёмкость охлаждаемой жидкости, кДж/(кг·К);

$C_{ж} = 4,187$ кДж/(кг·К) для воды;

$\rho_{ж}$ – плотность охлаждаемой жидкости, кг/м³; $\rho_{ж} = 1000$ кг/м³ для воды;

$T_{нж}$ – начальная температура жидкости, °С/К;

$T_{кж}$ – конечная температура жидкости, °С/К.

Учитывая, параметры теплового баланса ДЭУ [15]:

$$G_{ТАВ} = N_e / [(T_k^1 - T_n^1) \cdot (C_{рж} \cdot \rho_{ж} / 3600)] + \\ Q_{охл.дизеля} / [(T_k^2 - T_n^2) \cdot (C_{рж} \cdot \rho_{ж} / 3600)] + \\ + Q_{вых.газ} / [(T_k^3 - T_n^3) \cdot (C_{рж} \cdot \rho_{ж} / 3600)] \quad (10)$$

Для составляющих теплового баланса дизеля можно предложить следующую схему теплообмена подсистем СО с ТАВ при параллельной схеме подачи, представленную на рисунке 7.

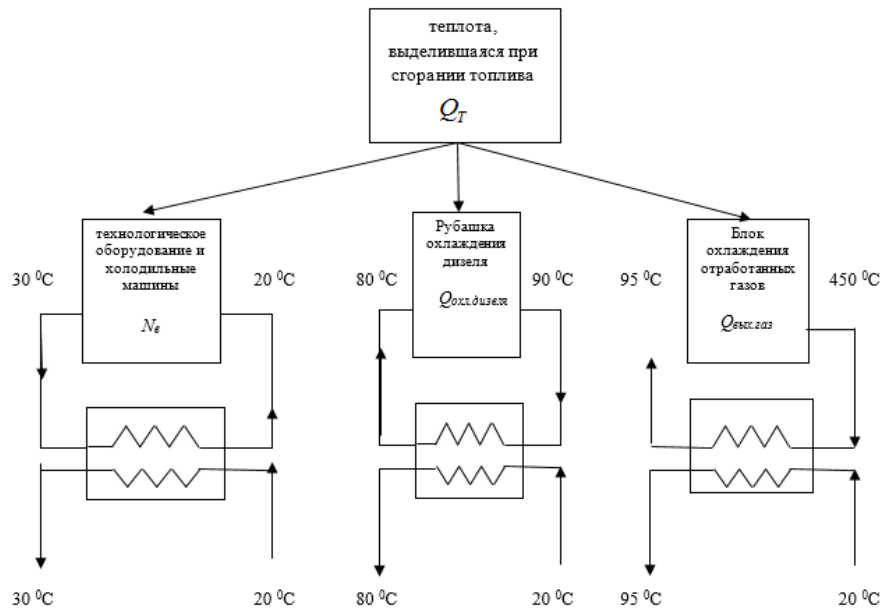


Рис. 7 - Схема теплообмена подсистем СО с ТАВ при параллельной схеме подачи

Общий расход ТАВ при параллельной схеме подачи воды:

$$G_{ТАВ} = 0,122 N_e / (C_{рж} \rho_{ж} / 3600) \quad (11)$$

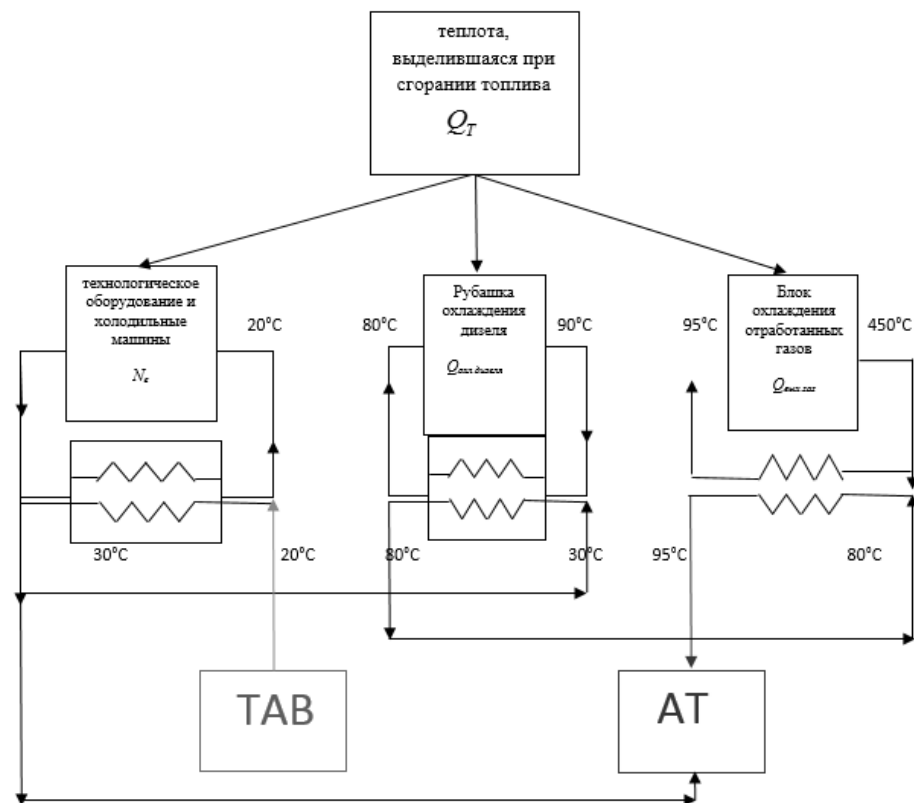


Рис. 8 – Схема теплообмена подсистем СО с ТАВ при последовательной схеме подачи

При последовательной подаче воды:

$$G_{N_e} = N_e \cdot 3600 / [(T_2 - T_1) \cdot C_{рж} \cdot \rho_{ж}] \quad (12)$$

$$G_{Q_{охл.дизеля}} = 0,625 N_e \cdot 3600 / [(T_2 - T_1) \cdot C_{рж} \cdot \rho_{ж}] \quad (13)$$

$$G_{Q_{вых.газ}} = 0,875 N_e \cdot 3600 / [(T_2 - T_1) \cdot C_{рж} \cdot \rho_{ж}] \quad (14)$$

Так как при последовательной схеме подаче воды вода, подаваемая на охлаждение технологического оборудования и холодильные машины, затем подается на рубашку охлаждения

дизеля, затем на блок охлаждения отработанных газов, то при расчёте требуемого количества ТАВ необходимо, чтобы:

$$G_{ТАВ (Ne)} \geq G_{ТАВ (Q_{охл. \text{ дизеля}})} + G_{ТАВ (Q_{вых. \text{ газ}})} \quad (15)$$

На рисунке 9 наглядно отображена тенденция увеличения объёма хранилища ТАВ при увеличении мощности энергетической установки. При этом в последовательной схеме подачи ТАВ при увеличении мощности установки, объём ТАВ увеличивается в меньшей степени, чем при параллельной подаче воды. Это также является преимуществом последовательной схемы.

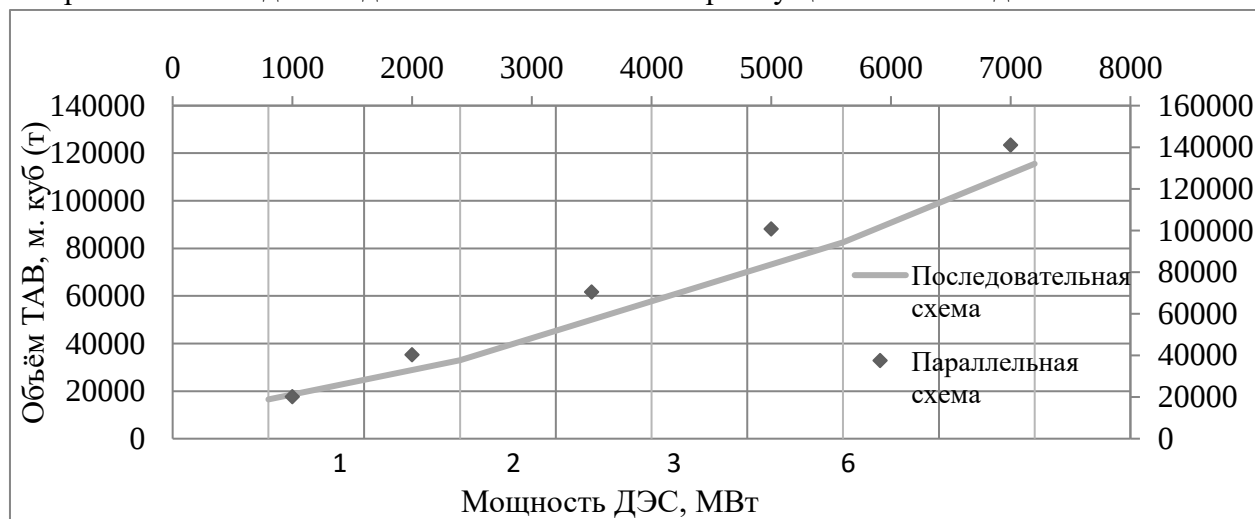


Рис. 9 - Объём ТАВ в зависимости от мощности энергетической установки при параллельной и последовательной схеме подачи

В данной статье кратко рассмотрен вопрос разработки метода расчёта энергетического баланса комплекса технических систем и объёма теплоаккумулирующего вещества специальных объектов при изоляции от атмосферы. Реализация данного метода позволит решить вопросы очистки отработавших газов, а также отведения избыточных тепловых потоков от комплекса технических систем и технологического оборудования и обеспечить непрерывное и бесперебойное функционирование СО без связи с атмосферой в течение необходимого периода.

Список литературы:

1. Вакуненко В.А., Путилин П.А. К вопросу разработки конструктивно-технологических решений подземных специальных фортификационных сооружений Министерства обороны Российской Федерации. – Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского, 2016. – № 654. – С. 124-127.
2. Вакуненко В.А., Жуков Л.В. К вопросу разработки новых конструктивно-технологических решений специальных фортификационных сооружений МО РФ. – Строительные и дорожные машины, 2017. – № 1. – С. 54-56.
3. Автономная энергохолодильная система специального фортификационного сооружения, предназначенная для работы в режиме полной изоляции. Вакуненко В.А., Новиков Р.С., Кириллов Н.Г., Саркисов С.В., Янович К.В., Овчаренко М.С., Якшин А.С., Прокофьев В.Е. – Патент на изобретение 2745704 С1, 30.03.2021. – Заявка № 2020108599 от 26.02.2020.
4. Энергохолодильная система для специального фортификационного сооружения, функционирующего без связи с атмосферой. Кириллов Н.Г., Вакуненко В.А., Новиков Р.С., Саркисов С.В., Янович К.В., Овчаренко М.С., Якшин А.С., Прокофьев В.Е., Сорокин А.А. – Патент на изобретение 2766948 С1, 16.03.2022. – Заявка № 2020111866 от 23.03.2020.
5. Энергохолодильная система для режима полной изоляции специального фортификационного сооружения. Кириллов Н.Г., Вакуненко В.А., Новиков Р.С., Саркисов С.В.,

Янович К.В., Якшин А.С., Прокофьев В.Е., Сорокин А.А. – Патент на изобретение 2766659 С2, 15.03.2022. – Заявка № 2020127612 от 18.08.2020.

6. Программа расчета энергетического баланса для режима полной изоляции специального фортификационного сооружения. Вакуненко В.А., Кириллов Н.Г., Новиков Р.С., Саркисов С.В., Корпусов А.Н., Лебёдкин А.П., Овчаренко М.С., Прокофьев В.Е., Янович К.В., Гарцев А.В., Сорокин А.А. – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022610148, 10.01.2022. – Заявка № 2021681510 от 22.12.2021.

7. Программа расчёта баланса утилизации теплоты энергетических установок специальных объектов, работающих в режиме полной изоляции. Вакуненко В.А., Кириллов Н.Г., Новиков Р.С., Саркисов С.В., Кашеев Р.Л., Сорокин А.А., Корпусов А.Н., Припольцев Р.В., Титеев И.С., Добрышкин Е.О. – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022610698, 13.01.2022. – Заявка № 2021681821 от 22.12.2021.

8. Программа расчёта и выбора оптимальных систем очистки и охлаждения отработанных газов энергетических установок специальных фортификационных сооружений, работающих в режиме полной изоляции. Вакуненко В.А., Кириллов Н.Г., Новиков Р.С., Саркисов С.В., Сорокин А.А., Корпусов А.Н., Припольцев Р.В., Титеев И.С., Добрышкин Е.О. – Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022610293, 11.01.2022. – Заявка № 2021682005 от 27.12.2021.

9. Скруббер: принцип работы, классификация, типы — насадочные, полые, барботажные, сухие, эжекторные, лабораторные, мобильные, химические скрубберы. – URL: www.fakel-f.ru/blog/28-01-22.

10. Арефьев, Н. Н. Комплексная нейтрализация отработавших газов судовых дизельных двигателей: дисс. к-та техн. наук / 05.08.05 / Арефьев Николай Николаевич. – Нижний Новгород. : ВГУВТ, 2019. - 104 с.

11. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок. СПб, 2001. – Министерство природных ресурсов РФ, НИИ «Атмосфера». – 14 с.

12. Каплеуловители. – URL: www.pro-lam.ru/main/products/kapleuloviteli-eneqdrop.

13. Вакуненко В.А., Ершов Г.А., Петров В.В., Плоцкий П.В. К вопросу о снижении стоимости строительства хранилищ теплоаккумулирующего вещества за счёт использования холодильного потенциала сжиженного природного газа. – Инженерный вестник Дона, 2018. – № 2 (49). – С. 136.

14. Вакуненко В.А., Плоцкий П.В. Методика расчета снижения стоимости строительства и эксплуатации хранилищ теплоаккумулирующего вещества специальных сооружений. – Военный инженер, 2017. – № 1 (3). – С. 7-12.

15. Шароглазов Б.А., Фарафонов М.Ф., Клементьев В.В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 403 с.

16. Саркисов С.В., Вакуненко В.А. К вопросу разработки конструктивно-технологических решений подземных специальных фортификационных сооружений // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. Генерала армии А.В. Хрулева. 2016. №2 (6). С.126-128.

Коваленко И.А., Перминов Е.О. Курашев Н.В., Ружманов М.Д.
Kovalenko I.A., Perminov E.O., Kurashev N.V., Ruzmanov M.D.

**Способ устройства подземного комплекса склада ракетно-артиллерийского вооружения
для минимизации рисков возникновения чрезвычайных ситуаций**

**A method for setting up an underground complex of a missile and artillery armament warehouse
to minimize the risks of emergency situations**

Аннотация: статистика возникновения пожаров на территории арсеналов и баз хранения боеприпасов на территории России за последние 5 лет показывает, что вопросы обеспечения пожарной безопасности не теряют актуальности. В статье рассмотрена проблема, связанная с обеспечением мер пожарной безопасности на складах ракетно-артиллерийского вооружения. Приведена характеристика и примеры современного устройства зданий и сооружений, предназначенных для хранения боеприпасов, выявлены их недостатки. Авторским коллективом проведена исследовательская работа по обоснованию варианта минимизации разрушений и снижению ущерба при возникновении взрывов на складах с помощью создания специального подземного комплекса объектов хранения ракетно-артиллерийских боеприпасов. Результатом исследования является новый способ организации складского помещения (арсенала) для минимизации ущерба от взрывов боеприпасов при возникновении пожара или других аварийных ситуаций.

Abstract: statistics on the occurrence of fires on the territory of arsenals and ammunition storage bases in Russia over the past 5 years shows that the issues of fire safety do not lose relevance. The article considers the problem related to the provision of fire safety measures in the warehouses of rocket and artillery weapons. The characteristics and examples of the modern design of buildings and structures intended for ammunition storage are given, their shortcomings are revealed. The team of authors conducted research to substantiate the option of minimizing destruction and reducing damage in the event of explosions in warehouses by creating a special underground complex of missile and artillery ammunition storage facilities. The result of the study is a new way of organizing a storage room (arsenal) to minimize damage from ammunition explosions in the event of a fire or other emergency situations.

Ключевые слова: склад ракетно-артиллерийского вооружения, взрыв, боеприпасы, подземное сооружение, опорная плита.

Keywords: warehouse of rocket and artillery weapons, explosion, ammunition, underground complex, base plate.

Современные Вооруженные Силы Российской Федерации столкнулись с проблемой чрезвычайных ситуаций (с отсутствием положительной динамики в вопросе снижения количества пожаров и взрывов) на складах ракетно-артиллерийского вооружения в Вооруженных Силах Российской Федерации. За последнее время в период 2015-2020 гг. в Российской Федерации произошло значительное количество происшествий природного и техногенного характеров на складах и арсеналах Вооруженных Сил Российской Федерации, большую часть из которых составляют взрывы и пожары непосредственно на объектах, а также на прилегающей к ним территории. Выполнение мероприятий по устранению последствий чрезвычайных ситуаций включало эвакуацию местного населения, прекращение работы

учреждений органов власти, образовательных организаций, ликвидацию последствий от нанесенного ущерба окружающей среде, оказание помощи жертвам среди военнослужащих и местного населения. На рис. 1 представлен график, раскрывающий количество случаев происшествий на складах ракетно-артиллерийского вооружения в течение 2015-2020 г. [1, 2].

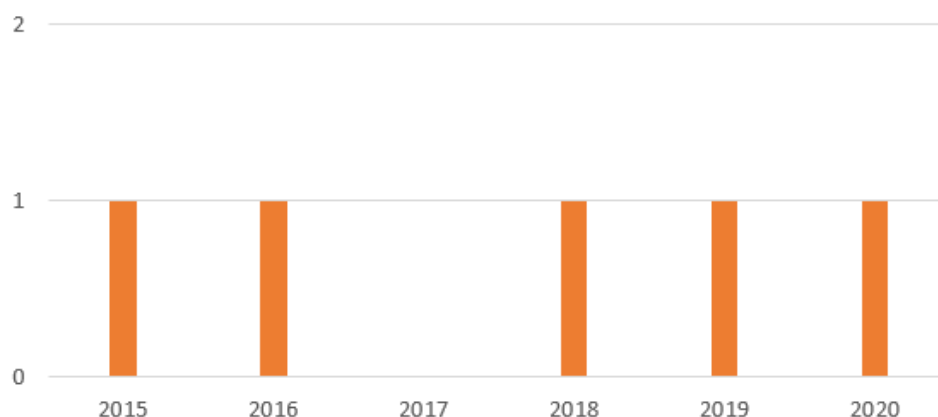


Рис. 1. Статистика количества взрывов.

Анализ статистических данных показывает, что ежегодно происходят чрезвычайные ситуации на складах ракетно-артиллерийского вооружения. В ниже приведенной таблице приведены примеры катастроф, произошедшие на объектах хранения боеприпасов в течение 2015-2020 г. [1, 2].

Таблица 1

Дата взрыва	Место	Описание
3 июня 2015 г.	поселок Урман (Иглинский район Башкирии)	При утилизации пороха произошел пожар. Более 2,5 тыс. человек были эвакуированы из зоны ЧС. Были разрушены несколько артиллерийских складов
28 сентября 2016 г.	поселок Туганы (Кингисеппский район Ленинградской области)	При проведении утилизации боеприпасов произошел взрыв с пожаром. Погибло три человека, еще трое получили травмы
16 мая 2018 г.	поселок Пугачево (Республика Удмуртия)	Произошел пожар, повлекший детонацию снарядов. Причиной пожара стало возгорание сухой травы
7 октября 2020 г.	поселок Желтухино (Рязанская область)	Произошел пожар, повлекший детонацию боеприпасов склада РАВ ЗВО вместимостью 75 тысяч тонн

Анализ количества чрезвычайных ситуаций (взрывов и пожаров) на складах ракетно-артиллерийского вооружения позволяет сделать вывод о том, что существующие меры пожарной защиты не обеспечивают абсолютной безопасности. Именно пожар является основной угрозой срабатывания взрывателей, детонации боеприпасов и их составных частей на складах хранения ракетно-артиллерийского вооружения.

Исследования способов хранения артиллерийских боеприпасов являются актуальными и позволяют выявить существующие недостатки. Авторский коллектив приоритетной задачей видит, минимизацию рисков проникновения открытого огня, на территорию объекта хранения боеприпасов и ограничения распространения пламени внутри объекта. Исходя из исследований [2, 5] можно выделить два основных способа решения данной задачи.

Первый способ заключается в усовершенствовании конструкции зданий (складов, хранилищ) и насыщением современными видами автоматических систем пожаротушения для повышения уровня пожарной безопасности на объекте [13, 15], предназначенного для хранения вооружения и боеприпасов. К таким усовершенствованиям можно отнести: дополнительные перегородки, отделяющие секции, в которых находятся ящики с боеприпасами, и препятствующие быстрому распространению огня внутри склада ракетно-артиллерийского вооружения; создание водяной завесы, которая сведет к минимуму риски распространения огня внутри здания; установка автоматической системы подачи воды [10], основанной на системе управления спринклерных оросителей, имеющей возможность самоопределения очага возникновения пожара и дистанционного пожаротушения. Так как склад ракетно-артиллерийского вооружения представляет собой уникальное сооружение, предназначенное только для хранения артиллерийских боеприпасов, это делает противопожарную систему данного сооружения также специфичной. Так, использование противопожарных перегородок уменьшит вместимость сооружения и осложнит процесс перемещения боеприпасов внутри здания, что может привести к нарушениям норм проектирования складов и арсеналов [9]; использование водяной завесы и автоматической системы минимизируют риски соприкосновения открытого огня и артиллерийских боеприпасов [17], но использование данных способов противопожарной защиты, основанных на действии воды, приведет к воздействию воды на боеприпасы (в частности, большему воздействию воды подвергнутся ящики, опирающиеся на пол здания), что приведет к технической непригодности использования данных боеприпасов.

Второй способ представляет собой экстренную эвакуацию артиллерийских боеприпасов во время пожара, возникшего на складе ракетно-артиллерийского вооружения. Традиционный способ представляет собой эвакуацию ящиков с боеприпасами вручную или с помощью рельс и платформы при наличии их в сооружении. Однако, при эвакуации ящиков вручную военнотружущие подвергаются опасности, находясь рядом с очагом пожара [14]. Так, воздействие угарного газа, открытого огня и взрывной волны, возникшей в результате детонации боеприпасов, могут привести к травмам и гибели личного состава воинской части [16]. Именно поэтому необходимо рассмотреть такую эвакуацию боеприпасов или способ хранения, которые обеспечат защиту артиллерийским снарядам и личному составу подразделения. Оба способа наряду с достоинствами имеют и недостатки, учитывая это мы предлагаем решить задачу по повышению пожарной безопасности на объектах хранения боеприпасов новым неординарным способом.

Одним из наиболее перспективных способов решения данной проблемы является возведение подземного сооружения хранения артиллерийских боеприпасов как на постоянной, так и на временной основе.

Техническая задача решается за счет того, что в перекрытии подземного сооружения устанавливается опорная плита покрытия, оснащенная гидравлическим домкратом. Схема устройства показана на рис. 2. На период возникновения опасности техногенного и природного характера [5] край плиты имеет возможность подъема для герметизации этажа с целью недопущения проникновения огня в подземное сооружение [18]. Гидравлический домкрат приводится в движение с помощью пульта управления, который находится непосредственно в здании и задает движение поршню, находящемуся в цилиндре гидравлического домкрата, что в свою очередь, придает движение опорной точке плиты. Цилиндр связан с гидравлической системой, подающей специальное гидравлическое масло и состоящей из объемного резервуара с гидравлическим маслом, насоса, питаемого от электромотора и клапанного распределительного устройства между цилиндром и резервуаром. Мощный насос перекачивает масло из бака в

высокий вертикальный гидроцилиндр, установленный в шахте. Поршень в цилиндре под давлением масла приводится в движение и передает энергию платформе. При движении плиты вверх, насос закачивает гидравлическое масло в цилиндр, закрывая при этом клапан между цилиндром и баком. При достижении плиты подземного этажа контрольная система посылает на электродвигатель сигнал на постепенное выключение насоса, таким образом, электродвигатель прекращает работу, новое гидравлическое масло не поступает в цилиндр, а масло, находящееся внутри цилиндра, остается в нем из-за закрытого возвратного клапана. Опорная плита находится на месте пока поршень пребывает в состоянии покоя. Опускаться на подземный этаж плита будет под собственным весом, подниматься на первый этаж за счет напора масла. Чтобы начать движение плиты вниз, контрольная система открывает возвратный клапан между цилиндром и резервуаром с жидкостью. Управление движением платформы осуществляется с помощью пульта управления с микропроцессорным контроллером, взаимодействующим с гидравлической системой и датчиками контроля положения плиты.

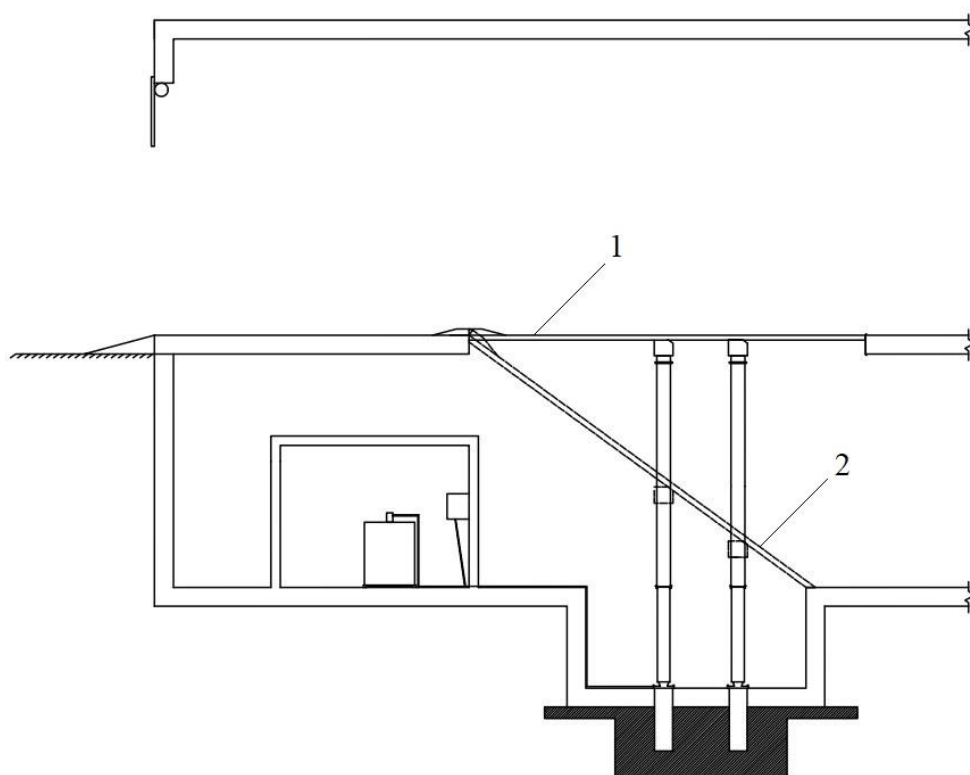


Рис. 2. Вид конструкции в разрезе (обозначения: 1 – положение плиты в герметичном состоянии; 2 – положение плиты в открытом состоянии)

На подземном этаже возводится машинное помещение, предназначенное для расположения приводного, электрического и управляющего оборудования. План помещения представлен на рис. 3. Машинное помещение и помещение для верхних блоков имеет сплошное ограждение со всех сторон и на всю высоту, а также верхнее перекрытие и пол. В соответствии с требованиями нормативной документации ГОСТ Р 56943- 2016 «Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования грузов» помещение имеет высоту не менее 2200 мм, высота двери машинного (блочного) помещения должна быть не менее 1800 мм. Также габариты помещения обеспечивают удобство обслуживания механизмов и электрооборудования; подход к лебедке не менее чем с двух сторон при ширине прохода не менее 500 мм; ширина прохода с передней стороны панели управления должна быть не менее 750 мм.

План машинного помещения



Рис. 3. План машинного помещения (1 – шкаф управления; 2 – гидроагрегат)

Отличительным признаком предлагаемого способа устройства склада ракетно-артиллерийского вооружения является подземное сооружение, состоящее из системы, включающей подземный этаж с опорной плитой в перекрытии, оборудованный системами вентиляции, отопления и пожарной безопасности [2, 7]. Техническим результатом данного устройства подземного комплекса является наличие надежного места хранения ракетно-артиллерийского вооружения на случай чрезвычайной ситуации природного и техногенного характеров. Также в случае необходимости (например, при подготовке к стрельбам) допускается заполнять артиллерийским вооружением первый и подземный этаж склада. Особенность данного подземного сооружения состоит в том, что оно обеспечивает сохранность и защиту боеприпасов, которые останутся в рабочем состоянии после ликвидации пожара.

Список литературы:

1. Васюков А. Е. Чрезвычайные ситуации со взрывами боеприпасов: закономерности возникновения и протекания / А. Е. Васюков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2016. – № 1/10 (79) – С. 26–35.
2. Гляков М. Ю., Смян М.А., Щегула Р.В. Анализ взрывов складов ракетно-артиллерийского вооружения и пути решения по минимизации последствий от них //Актуальные проблемы военно-научных исследований: сборник научных трудов, 2021 г.
3. ГОСТ Р 56943-2016 Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. Лифты для транспортирования грузов.
4. Гляков М.Ю., Курашев Н.В., Токаревский А.Д. Совершенствование организации строительства складов ракетно-артиллерийского вооружения путем внедрения новых противопожарных систем // Актуальные проблемы естественных и технических наук: сборник статей межвузовской научно-практической конференции. – СПб.: ПОЛТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С. 68-77.
5. Гляков М. Ю., Симонов А.Г., Курашев Н.В., Токаревский А.Д. Минимизация рисков детонации и взрыва на объектах хранения артиллерийского вооружения путем создания подземных комплексов // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации: сборник научных трудов выпуск 2 (20). СПб.: ВА МТО, 2021. – С. 142-151.

6. Руководство по хранению и сбережения артиллерийского вооружения и боеприпасов в войсках. Министерство обороны СССР. Военное издательство. 1963г. 95 с.
7. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
8. Приказ Министра обороны РФ от 28.12.2013 N 969 «Об утверждении Руководства по содержанию вооружения и военной техники общевойскового назначения, военно-технического имущества в Вооруженных Силах Российской Федерации».
9. ВСН 21-01-98*/МО РФ от 02.2008. Нормы проектирования арсеналов, баз и складов ракет и боеприпасов. Требования пожаровзрывобезопасности.
10. Патент на изобретение «Управляемая система и способы для противопожарной защиты складов» (RU 2 702 500 C2, A62C 37/40, A62C 3/00, A62C 37/10, A62C 37/46, G08B 17/00 от 08.10.2019).
11. Гляков М.Ю., Васильев А.А., Курашев Н.В. Обоснование принципа применения лифтовой установки в подземном сооружении для минимизации рисков детонации ракетно-артиллерийского вооружения комплексов // Актуальные проблемы военно-научных исследований: сборник научных трудов выпуск 6 (18). СПб.: ВА МТО, 2021. – С. 172-177.
12. Гляков М.Ю., Курашев Н.В., Токаревский А.Д. Повышение противопожарной безопасности путем использования противопожарных систем на складах ракетно-артиллерийского вооружения // Актуальные проблемы военно-научных исследований. Сборник научных трудов. Выпуск 5 (17) / СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2021. – С. 143-152.
13. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А. Повышение эффективности средств пожаротушения // Военный инженер, СПб, 2021. - № 1 (19). -с. 11-16. – EDN LFZNER.
14. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А., Петров Д.К. Вопросы эвакуации людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 6 (18). – EDN FRCMFC.
15. Топоров А.В., Саркисов С.В., Рузманов М.Д. Комбинированная система автоматического пожаротушения // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2022. – № 2(21)
16. Саркисов С.В., Игнатьев А.А., Черемисин С.З., Валуйский В.А. Новые технические решения в области разработки средств индивидуальной защиты органов дыхания военного назначения // Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники» Серия 16: Технические средства противодействия терроризму 9-10 (159-160) – СПб – 2021 г. – С. 96-103.
17. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Потапенко В.В., Булат В.А. Методика и результаты испытаний автоматической системы противопожарной защиты, разработанной для подземных объектов // Военный инженер, Санкт-Петербург, 2021. - № 4 (22).
18. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А. Техно-экономические показатели применения криогенной установки газового пожаротушения в условиях герметичных помещений // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2022. – № S2(22). – С. 15-23. – EDN IKDRCH.

**Определение параметров схемы замещения силового трансформатора с учётом
неравномерного насыщения магнитопровода при работе под нагрузкой****Determination of the parameters of the power transformer replacement circuit taking into
account the uneven saturation of the magnetic circuit when working under load**

Аннотация: Предложена уточнённая методика расчёта параметров схемы замещения силовых трансформаторов. Методика учитывает неравномерное насыщение магнитопровода при работе под нагрузкой, обусловленное полями рассеяния. Новая методика предполагает при испытании трансформатора кроме опытов холостого хода и короткого замыкания проведение опыта работы при номинальной нагрузке. Именно в таком режиме измерение намагничивающего тока будет наиболее точно приближено к условиям работы трансформатора. Ранее считалось, что намагничивающий ток под нагрузкой корректно не измерить. В ходе проведённых исследований был разработан и запатентован новый метод измерения намагничивающего тока [4, 5]. Это и позволило сформулировать уточнённую методику.

Различие в измерении тока намагничивания в режиме холостого хода и при работе под нагрузкой составило 28%. Это свидетельствует о несовершенстве используемых ранее методик определения параметров схемы замещения намагничивающей ветви.

Дополнительный опыт, не только позволит уточнить расчёт параметров схем замещения, но и доработать конструкцию трансформатора в направлении исключения неравномерного насыщения магнитопровода при работе под нагрузкой, вследствие влияния магнитных полей рассеяния.

Abstract: A refined method for calculating the parameters of the replacement circuit of power transformers is proposed. The technique takes into account the uneven saturation of the magnetic core when working under load, due to scattering fields. The new methodology assumes that when testing a transformer, in addition to idle and short-circuit experiments, an experiment is carried out at rated load. It is in this mode that the measurement of the magnetizing current will be most accurately approximated to the operating conditions of the transformer. Previously, it was believed that the magnetizing current under load could not be measured correctly. In the course of the research, a new method for measuring the magnetizing current was developed and patented [4, 5]. This made it possible to formulate a complicated methodology.

The difference in measuring the magnetization current at idle and when working under load was 28%. This indicates the imperfection of the previously used methods for determining the parameters of the replacement circuit of the magnetizing branch.

Additional experience will not only make it possible to refine the calculation of the parameters of the replacement circuits, but also to refine the design of the transformer in the direction of eliminating uneven saturation of the magnetic circuit when working under load, due to the influence of magnetic scattering fields.

Ключевые слова: силовой трансформатор, схема замещения, опыт холостого хода, намагничивающий ток, магнитные потери.

Keywords: power transformer, replacement circuit, no-load test, magnetizing current, magnetic losses.

На объектах Минобороны РФ широко используются силовые трансформаторы. Электроэнергия от производства до потребления несколько раз проходит через трансформаторы. При каждой трансформации имеют место потери энергии, потребляется намагничивающий ток, который необходим для работы трансформатора, но пользы для потребителя электрической энергии не приносит.

Рассчитать потери и намагничивающий ток можно с помощью общепринятой Г-образной схемы замещения трансформатора, где параметры схемы замещения трансформатора определяются из опытов холостого хода и короткого замыкания.

В опыте холостого хода определяется намагничивающий ток и потери в стали на холостом ходу. Считается, что под нагрузкой эти значения не изменяются.

Как показали опыты [1, 2, 3] намагничивающий ток не является постоянной величиной, а зависит от величины и характера нагрузки, а также от конструкции трансформатора. Это определяет погрешность в определении параметров схем замещения, а с учётом многократной трансформации значительную неточность в расчётах.

Опыты холостого хода и короткого замыкания проводятся заводом-изготовителем. Параметры тока холостого хода и уровень потерь в стали при необходимости снижается и приводится в соответствие с нормативными документами путём доработки конструкции трансформатора, сечения магнитопровода, формы пластин и способа соединения пластин в пакеты. Величина намагничивающего тока при работе под нагрузкой и соответствующие этому режиму потери остаются неизвестными.

Если изменить методику тестирования и определить эти параметры не на холостом ходу, а под нагрузкой, то откроется возможность выявления и снижения потерь и намагничивающего тока именно под нагрузкой, в режиме для которого и предназначен трансформатор, путём корректировки конструкции, например, за счёт локального увеличения сечения магнитопровода в проблемных местах. В этом **актуальность** настоящей работы.

Проверка предлагаемой методики тестирования проводилась на однофазном трансформаторе ОСМ мощностью 1,0 кВт (рис. 1).

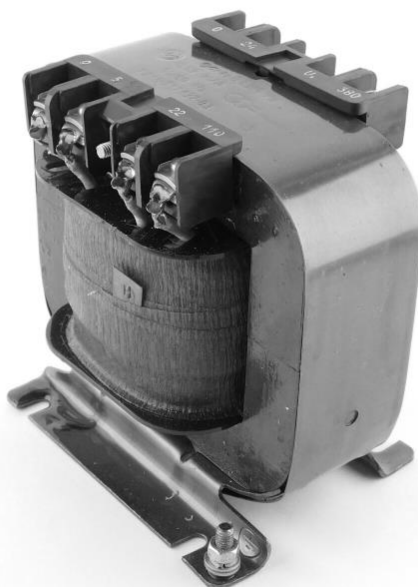


Рис. 1. Универсальный однофазный трансформатор ОСМ-1,0

Первичная обмотка $U_{\text{ном}}=220\text{В}$, намотана ближе к магнитопроводу (внутренняя), активное сопротивление обмотки $R_1=0,15\text{ Ом}$. Вторичная обмотка $U_{\text{ном}}=230\text{В}$, намотана дальше

от магнитопровода (внешняя), активное сопротивление обмотки $R_2=0,42$ Ом. Напряжение короткого замыкания $U_{кз}=1,77\%$. Схема исследования приведена на рисунке 2.

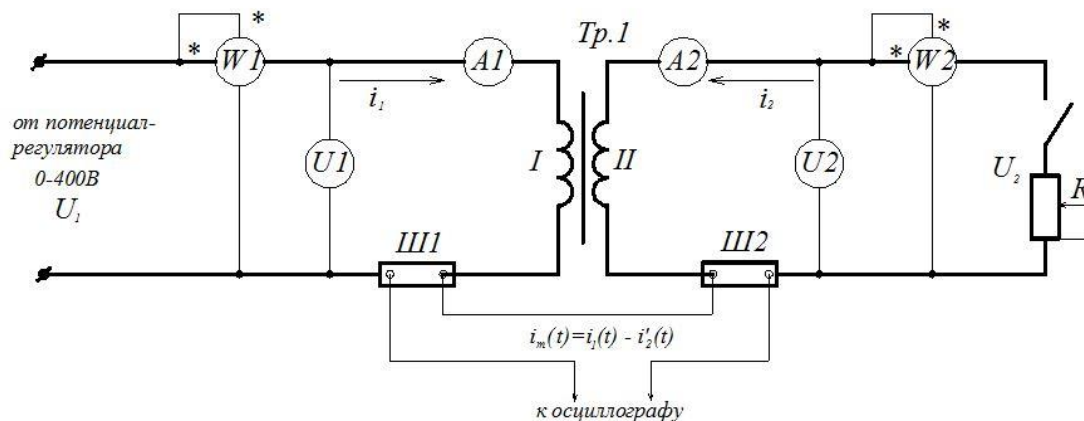


Рис. 2. Схема исследования

Для измерения намагничивающего тока под нагрузкой была применена следующая запатентованная схема [2, 3]. В первичной и вторичной обмотке установлены шунты III_1 и III_2 . Соотношение между номинальными токами шунтов выбрано равным коэффициенту трансформации трансформатора. Клеммы шунтов III_1 и III_2 соединены таким образом, чтобы падение напряжения от тока $i_2'(t)$ на шунте III_2 вычиталось из падения напряжения на шунте III_1 от тока $i_1(t)$. Осциллограф в такой схеме покажет ток $i_\mu(t)$. Осциллограммы намагничивающего тока при работе трансформатора под нагрузкой приведены на рис. 3.

В ходе исследования на трансформатор в режиме холостого хода подавали напряжение несколько больше номинального, при котором намагничивающий ток имел явные признаки нелинейности, (магнитопровод насыщался и в составе намагничивающего тока присутствовала третья гармоника) - так легче контролировать максимальное значение намагничивающего тока.

а)

б)

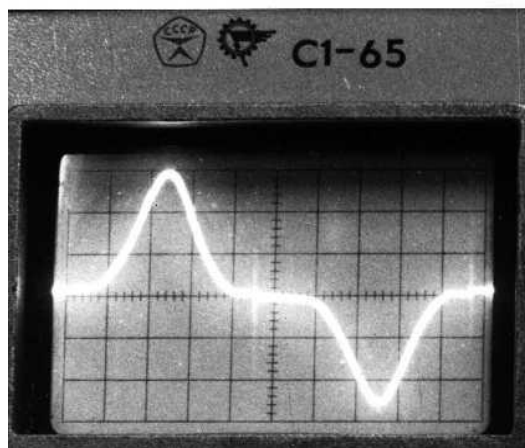
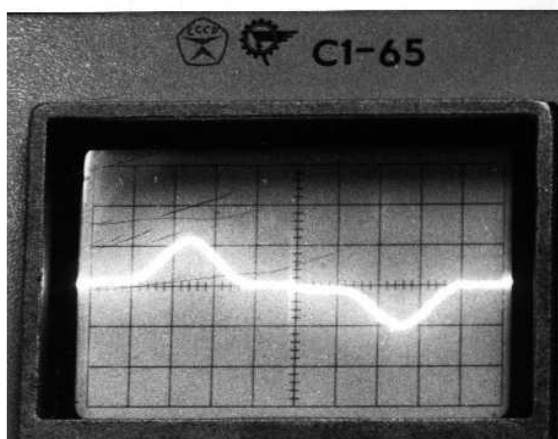


Рис. 3. Осциллограммы намагничивающего тока при слабом (а) и более сильном насыщении магнитопровода (б)

Амплитудное значение намагничивающего тока фиксировали с помощью осциллографа. Затем нагружали от холостого хода до нагрузки, близкой к номинальной. При этом питающее первичное напряжение поддерживали постоянным. Амплитудное значение намагничивающего тока и другие данные измерений фиксировали.

В ходе проведения опыта питающее напряжение поддерживали постоянным. Затем опыты повторили для индуктивной нагрузки. Данные опытов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.
Активная нагрузка

Опыты	1	2	3	4	5
U ₁ , В	242	242	242	242	242
I ₁ , А	0,2	1,6	3	4	5
U ₂ , В	254	254	254	252	250
I ₂ , А	0,0	1,3	2,4	3,4	4,45
I _{намаг} , А (ампл.)	0,32	0,35	0,37	0,39	0,41
	XX	I_{намаг}. растёт			

Таблица 2
Индуктивная нагрузка

Опыты	1	2	3	4	5
U ₁ , В	242	242	242	242	242
I ₁ , А	0,2	1,6	3	4	5
U ₂ , В	256	256	256	256	256
I ₂ , А	0,0	1,3	2,4	3,4	4,45
I _{намаг} , А (ампл.)	0,32	0,29	0,27	0,25	0,22
	XX	I_{намаг}. снижается			

Таким образом, экспериментально выявлено различие величины намагничивающего тока силового трансформатора в режиме холостого хода и при работе с номинальной нагрузкой. Для трансформатора ОСМ-1,0 и описанных условий проведения опыта намагничивающий ток при номинальной нагрузке был выше, чем в режиме холостого хода на 28%.

Установлена также зависимость различия величины намагничивающего тока в режиме холостого хода и при работе под нагрузкой от характера нагрузки. При чисто индуктивной нагрузке намагничивающий ток меньше тока холостого хода на 31%. Для других трансформаторов и других условий проведения опытов результаты будут иными.

В ходе проведения опытов не удалось выявить различия в магнитных потерях для режимов холостого хода и при работе под нагрузкой. Потери в трансформаторе были небольшими и возможно не хватило точности измерения. Форма намагничивающего тока при индуктивной нагрузке отличается от формы намагничивающего тока при активной нагрузке.

Выводы:

1. Параметры схемы замещения силового трансформатора, определённые из опыта холостого хода, не соответствуют режиму работы под нагрузкой. Как показали проведённые опыты, расхождение достигает 28-31%. При активной нагрузке намагничивающий ток, определённый из опыта холостого хода, занижен, при чисто индуктивной нагрузке - завышен.

2. Причина роста намагничивающего тока и потерь в стали при активной нагрузке, а значит изменений параметров схемы замещения заключается в том, что под нагрузкой поля рассеяния первичной обмотки частично проходят по магнитопроводу в области размещения первичной обмотки, в результате чего магнитопровод под первичной обмоткой насыщен неравномерно, при сохранении того же магнитного потока, пересекающего первичную обмотку.

Неравномерность насыщения магнитопровода, повышенные значения магнитной индукции на отдельных участках магнитопровода и являются причиной роста намагничивающего тока и завышенных показателей параметров схемы замещения.

3. Предложено при определении параметров схемы замещения силового трансформатора проводить не опыт холостого хода, а опыт работы трансформатора при номинальной нагрузке, и производить измерения в этом режиме. Ранее такой методикой не пользовались, поскольку считалось, что измерить намагничивающий ток под нагрузкой нельзя. С разработкой способа и устройства для измерения намагничивающего тока под нагрузкой [2, 3] такие возможности появились.

4. Предлагаемые изменения методики тестирования позволят уточнить параметры схемы замещения трансформатора, а самое главное позволят выявить конструктивные особенности, снижающие намагничивающий ток и потери в стали именно под нагрузкой, в режиме для которого и предназначен трансформатор.

5. Если расчётная нагрузка трансформатора отличается от номинальной, то и опыт работы трансформатора под нагрузкой необходимо проводить для расчётной нагрузки и расчётном коэффициенте мощности.

6. Настоящее исследование только подтвердило гипотезу о неточностях определения параметров схемы замещения силового трансформатора. Для получения поправочных коэффициентов для конкретных трансформаторов, применяемых на объектах МО РФ необходимы дальнейшие исследования совместно с заводами-изготовителями трансформаторов.

Список литературы:

1. Гуков Д.В., Загуляев С.Д. Снижение магнитных потерь силового трансформатора с concentрическими обмотками под нагрузкой // Военный инженер. – 2017. - № 4(6). – с. 22-26.

2. Гуков Д.В., Загуляев С.Д., Иваньков С.М. Влияние максимального значения магнитной индукции на степень снижения намагничивающего тока силовых трансформаторов под нагрузкой // IV межвузовская научно-практическая конференция «Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях»: Труды конференции, Том 2 – СПб.: ВАС, 2019. – с. 88-92.

3. Гуков Д.В., Загуляев С.Д. Возможности снижения сечения магнитопровода силовых трансформаторов за счет учета падения напряжения на индуктивности рассеяния первичной обмотки // 3 межвузовская научно-практическая конференция «Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях»: Труды конференции, Том 2 – СПб.: ВАС, 2018. – С. 76-80.

4. Патент РФ №2328749, МПК G01R 19/00 Гуков Д.В., Гуков А.Д., Прутчиков И.О., Камлюк В.В., Солдатов В.Н., Прокофьев В.Е., Спиридонов А.Е. Способ измерения намагничивающего тока трансформатора, работающего под нагрузкой // Бюл. №19 от 10.07.2008.

5. Патент РФ №2603723, МПК G01R 19/00 Гуков Д.В., Борисов А.А., Панасюк В.Н., Щемелинин А.И. Устройство для измерения намагничивающего тока трансформатора, работающего под нагрузкой// Бюл. №33 от 27.11.2016.

Источники электрической энергии железнодорожных войск и перспективы их развития**Sources of electric energy of railway troops and prospects for their development**

Аннотация: в статье приведены результаты анализа штатных источников электрической энергии железнодорожных войск. Рассмотрены их тактико-технические характеристики. Сделаны выводы об их моральном износе и не соответствии современным требованиям по топливной экономичности, массогабаритным показателям и ресурсу. Сформулированы предложения по модернизации парка источников электрической энергии, включающие, как замену на более современные отечественные электроагрегаты с двигателями внутреннего сгорания, так и применение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (ветер, солнце, вода).

Abstract: the article presents the results of the analysis of regular sources of electrical energy of the railway troops. Their tactical and technical characteristics are considered. Conclusions are drawn about their obsolescence and non-compliance with modern requirements for fuel efficiency, weight and size indicators and resource. Proposals have been formulated for the modernization of the park of electric energy sources, including both replacement with more modern domestic electric units with internal combustion engines, and the use of non-traditional and renewable energy sources (wind, sun, water).

Ключевые слова: железнодорожные войска, источники электрической энергии, электростанция, двигатель внутреннего сгорания, топливная экономичность, моральный износ, ветроэлектрическая установка.

Keywords: railway troops, sources of electrical energy, power plant, internal combustion engine, fuel efficiency, moral wear, wind power plant.

В ходе осуществления Вооруженными Силами РФ специальной военной операции (СВО) на Украине противник при отступлении разрушает за собой объекты инфраструктуры, в том числе железные дороги и мосты. Поэтому на завершающем этапе СВО существенно возрастает роль железнодорожных войск (ЖДВ).

ЖДВ – это составная часть системы материально-технического обеспечения Вооружённых Сил РФ – специальные войска, предназначенные для восстановления, заграждения, разминирования, технического прикрытия, строительства железных дорог, повышения их живучести и пропускной способности, устройства обходов железнодорожных мостов, узлов, наведения и эксплуатации наплавных железнодорожных мостов в целях обеспечения деятельности Вооружённых Сил страны [1].

Для выполнения вышеперечисленных задач в состав воинских формирований ЖДВ входят подразделения механизации, понтонно-мостовые, путевые и мостовые подразделения, а также бронепоезда.

Техническое оснащение воинских формирований ЖДВ во многом схоже с комплектацией подразделений сухопутных войск, однако здесь имеются свои особенности, заключающиеся в том, что в ЖДВ есть специальное оборудование, которого нет в других родах войск, сюда относят технические средства, особые инструменты и ремонтные комплекты, предназначенные для быстрого и качественного восстановления поврежденных участков железных дорог и мостов.

Все технические средства ЖДВ имеют в своем составе передвижные электроагрегаты, передвижные и осветительные электростанции, электрические генераторы и преобразователи электрического тока, стартерные и вспомогательные электродвигатели с регулирующими устройствами, реле и контакторы различного назначения, электроустановки с отбором мощности от двигателей силовых установок, специализированные электротехнические средства, встраиваемые в автономные электроагрегаты и электростанции [2].

В таблице 1 представлена номенклатура штатных электростанций (ЭС) и электроагрегатов (ЭА) ЖДВ [2].

Таблица 1

Источники электрической энергии железнодорожных войск

Марка	Мощность, кВт	Напряжение, В	Марка ДВС	Марка генератора
Электростанции и электроагрегаты с приводом от ДВС				
Бензиновые				
АБ-4-Т/230-М1	4	230	2Ч 7,2/6 (УД-25Г)	ГАБ-4-Т/230
АБ-8-Т/400-М	8	400	4Ч 7,6/7,5 (МЗМА-412)	ГАБ-8-Т/400
Дизельные				
ЭД-10-ВС/230 АД-10-Т/230	10	230	4Ч 8,5/11	ДГС-81-4ЩФ2
ЭД-30-Т/400-1РП АД-30-Т/400-1РП	30	400	4Ч 11/13 (Д65-П)	ГС-30-50 У2
ЭД-60-Т/400-1РП АД-60-Т/400-1РП	60	400	6Ч 13/14 (ЯМЗ-236)	ГС-60
Встроенные электрические генераторы				
ГАБ-4-Т/230	4	230	-	ГАБ-4-Т/230
ГСС-8	8	230	-	ГСС-8
ЕСС-62-4У2-1М	12	230	-	ЕСС-62-4У2-1М
ГС-30	30	400	-	ГС-30
ЕСС-82-4	30	400	-	ЕСС-82-4
ГС-75	75	400	-	ГС-75

Как видно из данных таблицы 1, в настоящее время штатные источники электрической энергии ЖДВ в диапазоне агрегатных мощностей 4...8 кВт представлены бензиновыми ЭА АБ-4-Т/230-М1 (рис. 4) и АБ-8-Т/400-М), а в диапазоне агрегатных мощностей 10...60 кВт - соответственно дизельными ЭА и ЭС трех наименований.

Основные технические характеристики штатных источников электрической энергии ЖДВ представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2.

Основные тактико-технические характеристики бензиновых электроагрегатов

Параметр, единица измерения	Значение параметра	
Электроагрегат	АБ-4-Т/230-М1	АБ-8-Т/400-М
Номинальная мощность, кВт	4	8
Род тока	переменный, трехфазный	
Номинальное напряжение, В	230	400
Номинальный ток, А	7,2	14,5
Номинальная частота тока, Гц	50	

Параметр, единица измерения	Значение параметра	
Номинальная частота вращения, об/мин	1500	
Коэффициент мощности	0,8	
Габаритные размеры с дополнительным оборудованием-кожухом мм, не более:	1150×645×740	1400×1060×750
Масса (без топлива, масла, дополнительного оборудования, ЗИП), кг, не более	195	440
Приводной двигатель		
Обозначение двигателя по ГОСТ 10150-2014	2Ч 7,2/6	4Ч 7,6/7,5
Завод изготовитель	УМЗ, г. Ульяновск	АЗЛК, г. Москва
Заводская марка	УД-25Г	МЗМА-412
Тип двигателя	четырехтактный, карбюраторный	
Число цилиндров	2	4
Степень сжатия	6	7
Мощность номинальная, эксплуатационная (длительная), кВт	5,88	37
Номинальная частота вращения, об/мин	3000	
Удельный расход топлива на номинальной эксплуатационной мощности, г/кВт·ч	435	650
Удельный расход масла, г/кВт·ч	5	5
Назначенный ресурс, ч	3000	
Генератор		
Обозначение	ГАБ-4Т/400-М1	ГАБ-8-Т/400
Тип генератора	синхронный	
КПД	0,917	0,88
Масса, кг	50	70

Анализ данных таблиц 2, 3 свидетельствует о крайне низких технико-экономических показателях ЭА и ЭС (за исключением АД-60-Т/400-1РП на базе двигателя ЯМЗ-236), которые не соответствуют современным требованиям.

Бензиновые двигатели УД-25Г (2Ч 7,2/6) выпускаются с 1967 года Ульяновским моторным заводом. Они были разработаны на базе двигателя модели МЕМЗ-966 автомобиля «Запорожец» и в настоящее время морально устарели.

Бензиновые двигатели МЗМА-412 были разработаны для автомобилей Москвич-412 и выпускались несколькими заводами бывшего СССР, например, АЗЛК (г. Москва) до начала 90-х годов, в настоящее время из-за морального устаревания сняты с производства. Однако их было выпущено большое количество, и на складах предприятий имеются значительные запасы как новых двигателей, так и ЗИП к ним. Еще одним их недостатком данных агрегатов является использование бензина в качестве топлива.

Таблица 3.

Основные тактико-технические характеристики дизельных электроагрегатов

Параметр, единица измерения	Значение параметра		
Электроагрегат	АД-10-Т/230	АД-30-Т400-1РП	АД-60-Т/400-1РП
Номинальная мощность, кВт	10	30	60
Род тока	переменный, трехфазный		
Номинальное напряжение, В	230	400	400
Номинальный ток, А	31,5	54	108
Номинальная частота тока, Гц	50		
Номинальная частота вращения вращения, об/мин	1500		
Коэффициент мощности	0,8		
Габаритные размеры с открытыми дверцами, мм	3240×2250×2100	6200×2230×2810	2720×6530×2440
Масса (без топлива, масла, доп. оборудования, ЗИП), кг, не более	2050	3640	5600
Приводной двигатель			
Обозначение двигателя по ГОСТ 10150-2014	4Ч 8,5/11	4Ч 11/13	6Ч 13/14
Завод изготовитель	РДЗ, г. Рига (Латвия)	Авиационный завод, г. Рыбинск	АО «Автодизель» г. Ярославль
Заводская марка	-	Д65-П	ЯМЗ-236
Тип двигателя	четырехтактный, без наддува		
Число цилиндров	4	4	6
Степень сжатия	17	17,3	16,5
Мощность номинальная, эксплуатационная на регуляторе (длительная), кВт	19,1	45,6	132
Удельный расход топлива на номинальной эксплуатационной мощности, г/кВт·ч	262	310	227
Удельный расход масла, г/кВт·ч	1,7	2,1	1,15
Назначенный ресурс, ч	12000		8000
Генератор			
Обозначение	ДГС-81-4ЩФ21	ГС-30-50 У2	ГС-60
Тип генератора	синхронный		
КПД	0,83	0,904	0,917
Масса, кг	288	300	375

Двигатели 4Ч8,5/11 выпускались с конца 60-х до начала 90-х годов Рижским дизельным заводом (ликвидирован в 1992 г.). Двигатели Д65А-П (4Ч11/13) выпускались с конца 60-х годов Рыбинским авиационным заводом в качестве силовых агрегатов автотракторной техники и в настоящее время сняты с производства. В настоящее время на складах имеются большие запасы этих агрегатов и ЗИП к ним. Все указанные двигатели имеют низкие технико-экономические и экологические характеристики и морально устарели.

Таким образом все ЭА и ЭС мощностью от 4 до 30 кВт, стоящие на вооружении ЖДВ

морально и физически устарели и не соответствуют современным требованиям по топливной экономичности, массогабаритным показателям и ресурсу. Первичные ДВС, входящие в их состав имеют низкие тактико-технические характеристики. Выпуск многих из них прекращен. Поэтому назрела насущная необходимость замены их на современные агрегаты аналогичных мощностей.

В качестве альтернативы бензиновым ЭА АБ-4-Т/230-М1 могут быть рассмотрены АД4-Т/230-ВМ2 (рис. 1) на базе двигателей ТМЗ-450Д/90, производства АО «ПО «Туламашзавод» (г. Тула), которое в составе ХК «НПО «Высокоточные комплексы» входит в ГК «Ростех»). Эти ЭА широко применяются в инженерных войсках РФ.



Рис. 1. Электроагрегат АД4-Т/230-ВМ2:
а) – электроагрегат; б) – дизельный двигатель ТМЗ-450Д/90

В качестве альтернативы АБ-8-Т/400-М, АД-10-Т/230 и АД-30-Т400-1РП могут быть рассмотрены ЭА на базе двигателей 2(4)(6)М365(364)(366) (рис. 2), производства ООО «ЧТЗ-Уралтрак» (г. Челябинск), которое в составе АО «Концерн «Уралвагонзавод» также входит в ГК «Ростех».

Основные технические характеристики дизельных двигателей ТМЗ-450Д/90, 2(4)(6)М365(364)(366) представлены в таблице 4.

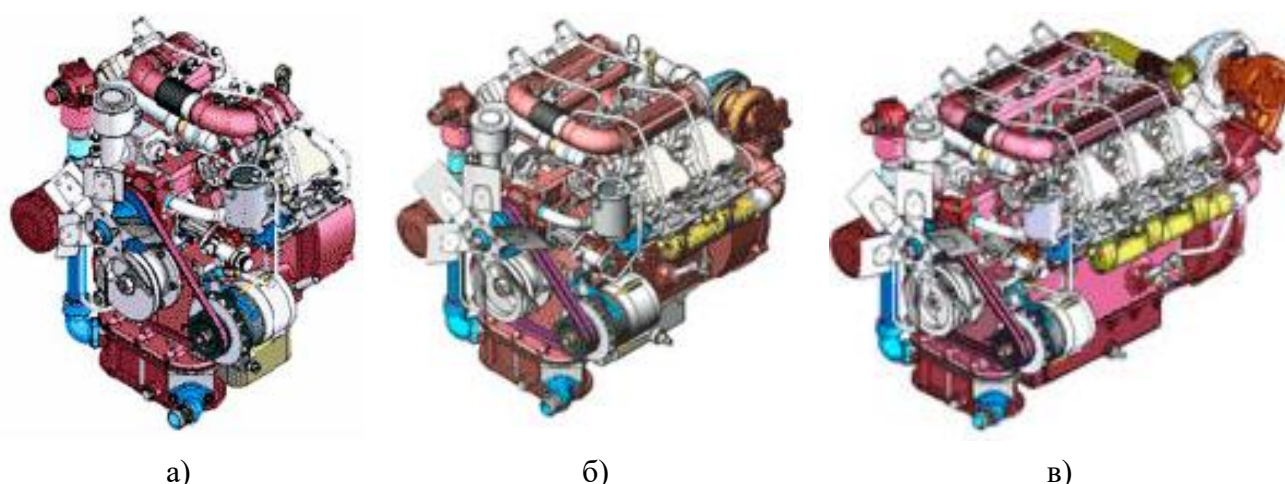


Рис. 2. Дизельные двигатели ООО «ЧТЗ-Уралтрак»:
а) – 2М 365; б) – 4М 364; в) – 6М 366

Таблица 4

Основные тактико-технические характеристики дизельных двигателей

Параметр, единица измерения	Значение параметра			
Заводская марка двигателя	ТМЗ-450Д/90	2М 365	4М 364	6М 366
Обозначение двигателя по ГОСТ 10150-2014	1Ч 8,5/8	2Ч 9,2/8,8	4ЧН 9,2/8,8	6ЧН 9,2/8,8
Завод изготовитель	АО «ПО «Туламашзавод» (г. Тула)	ООО «ЧТЗ-Уралтрак» (г. Челябинск)		
Тип двигателя	четырехтактный, без наддува	четырехтактный, без наддува	четырехтактный, с турбонаддувом	
Число цилиндров	1	2	4	6
Степень сжатия	20	18	18	18
Мощность номинальная, эксплуатационная, кВт	7	13,2	26,5	40
Номинальная частота вращения, об/мин	3000	3000	3000	3000
Удельный расход топлива на ном. эксплуатационной мощности, г/кВт·ч	262	245	245	245
Удельный расход масла, г/кВт·ч	0,75	1,15	1,15	1,15
Назначенный ресурс, ч	4000	8000	8000	8000
Габаритные размеры, мм	465×420×545	500×590×625	630×590×625	760×590×625
Масса (сухая), кг, не более	65	190	265	320

Анализ данных таблицы 4 показывает, что тактико-технические характеристики отечественные дизельных двигателей в диапазоне агрегатных мощностей до 50 кВт существенно уступают одноименным характеристикам ДВС Yanmar (Япония), Lombardini (Италия), Deutz (Германия), FG Wilson (Англия) и др. Поэтому в 2000-х годах ведущие отечественные предприятия Военно-промышленного комплекса (ВПК) комплектовали современные мобильные объекты вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) Вооруженных Сил РФ наземного базирования дизельными электроагрегатами и электростанциями (в диапазоне агрегатных мощностей 1...50 кВт) на базе ДВС иностранного производства [3]. Введение с 2014 г. в отношении РФ странами ЕС и США экономических и секторальных санкций фактически лишило указанные ДВС технической поддержки предприятий-изготовителей, поэтому в последние годы возникали большие затруднения по комплектованию источников электрической энергии (ИЭЭ) запасными частями и принадлежностями, сменными узлами и деталями, что существенно снижало надежность электроснабжения потребителей.

В связи с проведением в настоящее время Вооруженными Силами РФ СВО на Украине и введением США, ЕС, Японией и другими «недружественными» странами новых санкций рынки этих стран будут закрыты для нас полностью на долгие годы, поэтому для энергообеспечения ЖДВ следует ориентироваться только на отечественных производителей ЭА и ЭС.

В последние годы в стратегиях обеспечения армий стран НАТО электрической энергией ключевыми направлениями повышения энергетической безопасности при выполнении боевых задач являются: снижение уровней потребления всех видов энергии и горюче-смазочных материалов (ГСМ), увеличение надежности и живучести источников электрической энергии, расширение их номенклатуры, в том числе использование нетрадиционных и возобновляемых

источников энергии (ветер, солнце, вода) [8, 9].

Использование последних для энергообеспечения объектов Вооруженных Сил РФ также предусмотрено нормативным документом МО РФ [4].

Согласно [4] в качестве войсковых источников электрической энергии могут применяться передвижные и стационарные фотоэлектрические и ветроэлектрические установки.

Фотоэлектрическая энергетическая установка предназначена для прямого преобразования энергии солнца в электрический ток [4]. В ее состав входит комплект фотоэлектрических батарей и вспомогательное оборудование.

Ветроэлектрические установки (ВЭУ) предназначены для преобразования энергии ветра в электрическую энергию стандартного качества и необходимого количества для электроснабжения потребителей, и работы с замещением других энергетических установок соизмеримой мощности (например, ЭА с ДВС) на общую сеть потребителя с целью экономии органического топлива в периоды наличия ветров достаточной интенсивности и повышения надежности электроснабжения [4].

Основным функциональным элементом ВЭУ является ветродвигатель, который представляет собой насаженное на вал ветроколесо.

По конструктивным признакам ветроколеса различают два основных вида ВЭУ [5]:

- горизонтально-лопастные ВЭУ с горизонтальной осью вращения, параллельной направлению воздушного потока;
- вертикально-роторные ВЭУ с вертикальной осью вращения, перпендикулярной направлению воздушного потока.

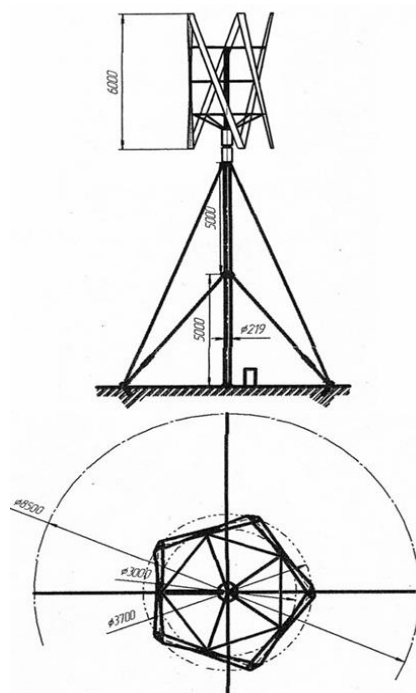
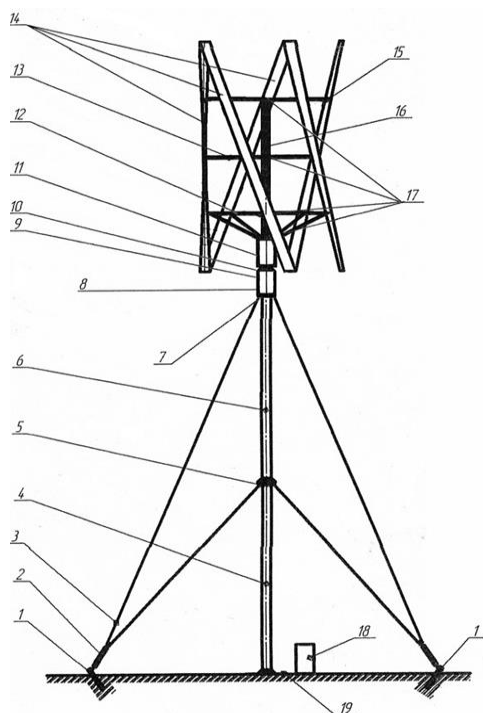
Существенным недостатком горизонтально-лопастных ВЭУ является то обстоятельство, что их наибольшая эффективность достигается при действии потока воздуха перпендикулярно к плоскости вращения ветроколеса, а ветер, как известно, постоянно меняет свое направление, поэтому для них требуется система автоматического поворота оси вращения, называемая в технической литературе – система ориентации на ветер. Наиболее распространенными системами ориентации на ветер являются системы с гидрозными механизмами и электроприводами. Наличие таких систем приводит к усложнению конструкции ВЭУ, а, следовательно, к увеличению стоимости и снижению надежности.

Вертикально-роторные ВЭУ обладают тем преимуществом, что могут работать при любом направлении ветра, не изменяя своего положения. Также такие ВЭУ более удобны в эксплуатации, в связи с размещением электрического генератора не в гондоле на верху, как у горизонтально-осевых ВЭУ, а внизу.

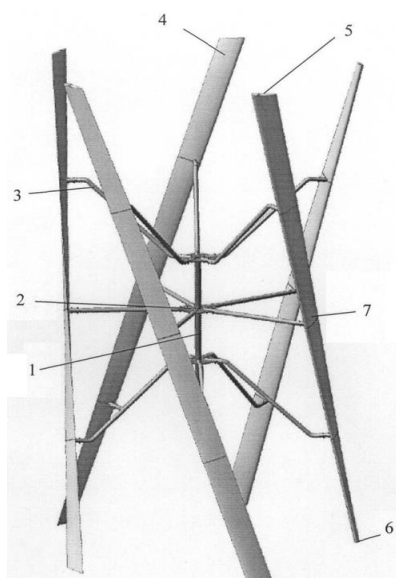
В России, несмотря на наличие больших территорий с благоприятными ветровыми условиями, малая ветроэнергетика (как и вся ветроэнергетическая отрасль в целом) находится в зачаточном состоянии. Реально выпуск ВЭУ малыми сериями освоен только небольшим количеством производителей.

В этой связи несомненный интерес для ЖДВ может представлять ВЭУ АО «Балтийский станкостроительный завод (БСЗ)» (г. Санкт-Петербург) (рис. 3.) [6]. Основные технические характеристики ВЭУ приведены в таблице 5, а графическая зависимость вырабатываемой мощности ВЭУ от скорости ветра – на рис. 4.

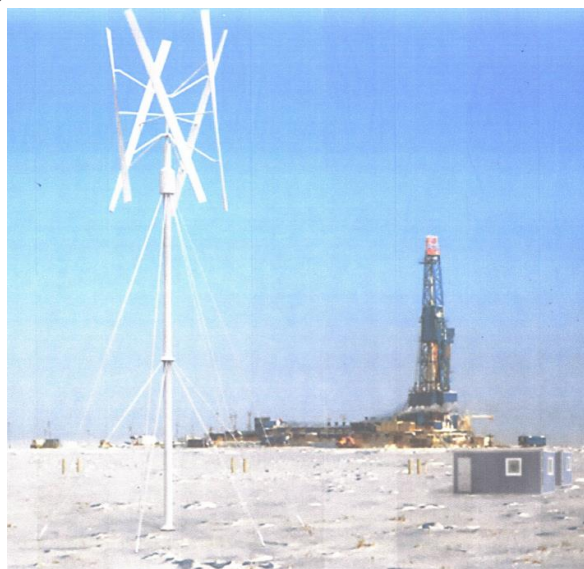
Разработанная по заказу ПАО «Газпром» вертикально-роторная ВЭУ номинальной мощностью 10 кВт предназначена для электроснабжения потребителей в условиях с относительно невысокими скоростями ветра (номинальную мощность ВЭУ вырабатывают при скорости ветра, равной 6 м/с), а также в условиях вечной мерзлоты, отрицательных температур (до минус 60 °С), морского климата и штормового ветра (скорость ветра, при которой происходит отключение ВЭУ – 20,0 м/с, буревая скорость – 40 м/с).



a)



б)



в)

Рис. 3. Ветроустановка АО «БСЗ»: а) - конструктивная схема: 1 – анкер; 2 – растяжка тросовая; 3 – талреп; 4 – секция мачты нижняя; 5 – серьга; 6 – секция мачты верхняя; 7 – серьга; 8 – отсек генераторный; 9 – генератор; 10 – мультипликатор; 11 – стойка подшипниковая; 12 – кронштейн лопасти нижний; 13 – кронштейн лопасти средний; 14 – лопасти; 15 – кронштейн лопасти верхний; 16 – вал ветроколеса; 17 – крестовина ротора; 18 – блок автоматики и балластной нагрузки; 19 – плита основания; б) - ветроколесо: 1- вал ветроколеса; 2 – ступица; 3 – траверса; 4, 7 – лопасти; 5 – верхний торец лопасти; 6 – нижний торец лопасти; в) внешний вид ветроустановки.

Отличительными особенностями данных ВЭУ по сравнению с аналогами являются низкая стартовая скорость ветра – 1,5 м/с (у аналогичных ВЭУ не менее 4-5 м/с) и наземный способ обслуживания без использования подъемных механизмов. Применение генератора на основе синхронной машины с постоянными магнитами позволяет отказаться от редуктора, что значительно повышает надежность установки. Габариты транспортного места для основных элементов ВЭУ (6×2×2 м) делают установку достаточно мобильной и позволяют доставить оборудование к месту монтажа любым транспортом, в том числе автомобильным и

железнодорожным, а также осуществить монтаж без применения специальной крановой техники.

Таблица 5

Технические характеристики ветроэлектрической установки АО «БСЗ»

Характеристика	Значение
Тип ВЭУ	вертикально-роторная ветроэлектроустановка
Установленная (номинальная) мощность, кВт	10
Скорость ветра, при которой ВЭУ вырабатывает номинальную мощность, м/с	6
Диаметр ротора, м	6
Число лопастей	5
Материал лопастей	стеклопластик
Частота вращения ротора, об/мин	100
напряжение, В / частота на выходе, Гц	400/50
Напряжение в звене постоянного тока (ЗПТ), В	530
Напряжение срабатывания защиты по перенапряжению в ЗПТ, В	700
Способ включения в сеть	гальвано-развязывающий трансформатор
Система регулирования мощности ВЭУ	электронная
Система остановки ВЭУ	дисковый тормоз
Количество секций башни, шт.	2
Расчетная годовая выработка электроэнергии (при скорости ветра, равной 6 м/с), кВт·ч	50 000
Надежность, в т.ч. наработка на отказ	безотказная работа в течение года
Срок службы, лет	20

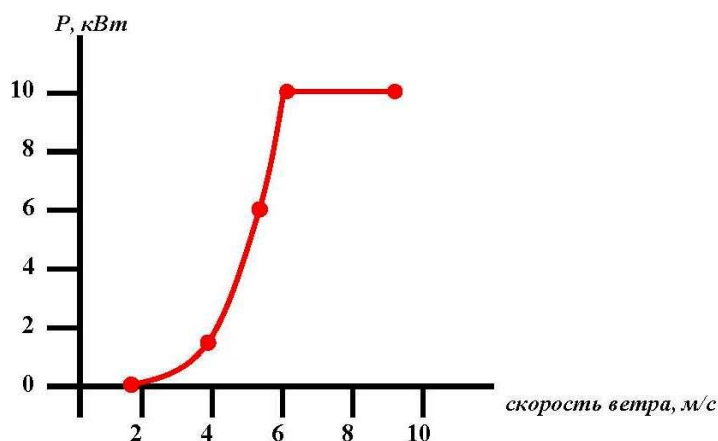


Рис. 4. Зависимость вырабатываемой мощности ВЭУ от скорости ветра

Основным элементом ВЭУ является вертикально-осевая ветротурбина оригинальной конструкции (рис. 3б), разработанная Научно-исследовательской лабораторией технологий энергетики возобновляемых источников Международного института компьютерных технологий (НИЛ ТЭВИ МИКТ, г. Воронеж) совместно с учебно-исследовательской лабораторией альтернативных энергетических технологий и установок (УИЛ АЭТУ) Воронежского государственного технического университета [7]. Ветротурбина состоит из пяти лопастей 4, равномерно распределенных вокруг вала 1, причем каждая лопасть 4 механически соединена со

ступицей 2, закрепленной на валу 1, посредством траверс 3. Такое расположение лопастей относительно друг друга и вала ротора позволяет обеспечить практически постоянную величину крутящего момента независимо от углового положения турбины при текущих значениях скорости ветра и частоты вращения вала.

ВЭУ АО «БСЗ» целесообразно использовать в качестве базового источника питания в составе энергокомплекса с резервной установкой, например, ЭС на базе ДВС, и аккумуляторной батареей (АБ) для электроснабжения автономных потребителей суммарной максимальной нагрузкой до 30 кВт.

Режим работы ВЭУ с вырабатываемой мощностью от нуля до номинальной в соответствии с характеристикой (рис. 4), рекомендуется использовать для заряда АБ, а питание потребителей осуществлять от АБ. На территориях со скоростями ветра, равными 6 м/с и более, ВЭУ работает в номинальном режиме и может использоваться в качестве основного источника питания благодаря постоянной, равной номинальной, вырабатываемой мощности.

Выводы:

Анализ штатных источников электрической энергии железнодорожных войск показывает, что их тактико-технические характеристики не соответствуют современным требованиям по топливной экономичности, массогабаритным показателям и ресурсу.

Сформулированы предложения по замене их на более современные отечественные электроагрегаты с ДВС, а также по применению нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Список литературы:

1. Косенков О.И. Железнодорожные войска: прошлое и настоящее / Оборонный комплекс РФ: Состояние и перспективы развития. - М., 2015. - С. 397-402.
2. Сайданов В.О., Тимошук Е.С. Анализ технического состояния средств энергообеспечения железнодорожных войск России / Сборник научных статей «Специальная техника и технологии транспорта» выпуск № 13, Санкт-Петербург, Петергоф, 2022. С. 34-40.
3. Сайданов В.О. Анализ номенклатуры, технического состояния и опыта эксплуатации ДГУ на объектах военной инфраструктуры // Двигателестроение. – 2015. - № 4 (262). – С.8-9.
4. Типаж источников электрической энергии межвидового назначения для обеспечения воинских формирований Вооруженных Сил РФ на период до 2030 года. – М.: Воениздат, 2019. – 75 с.
5. Агафонов А.Н., Сайданов В.О., Гудзь В.Н. Комбинированные энергоустановки объектов малой энергетики. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 262 с.
6. Сайданов В.О., Мокшин А.В. Вертикально-роторная ветроэлектрическая установка для энергообеспечения подразделений железнодорожных войск, действующих в отрыве от основных сил / Сборник научных статей «Специальная техника и технологии транспорта» выпуск № 13, Санкт-Петербург, Петергоф, 2022. С. 107-115.
7. Патент РФ 2770181 С1 МПК F03D3/00. Ветряная турбина с вертикальной осью вращения / Беляков П.Ю., Тикунов А.В. – Оpubл. 20.12.2012, бюл. № 35.
8. Аверьянов В.К., Саркисов С.В., Корпусов А.Н., Валуйский В.А. Проблемы теплоснабжения с позиции энергетической безопасности. // Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники» Серия 16: Технические средства противодействия терроризму 9-10 (147-148) – СПб – 2020 г. – С. 8-15.
9. Аверьянов В.К., Саркисов С.В., Корпусов А.Н. Применение возобновляемых источников энергии в системах обеспечения жизнедеятельности // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № S8 (9). С. 37-49.

К вопросу применения энергопоглощающих материалов для повышения долговечности строительных конструкций газоходов стартовых комплексов Космических войск

On the issue of the use of energy-absorbing materials to increase the durability of building structures of gas ducts of launch complexes of the Space forces

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы применения энергопоглощающих материалов для повышения долговечности строительных конструкций газоходов стартовых комплексов Космических войск и реализации пассивного метода теплозащиты элементов стартового сооружения.

Ключевые слова: стартовое сооружение; энергопоглощающий материал; теплозащитное покрытие; конструктивное решение.

Abstract. The article discusses the issues of using energy-absorbing materials to increase the durability of building structures for gas ducts of launch complexes of Space forces to assess the implementation of a passive method of thermal protection of elements of a launch structure.

Ключевые слова: стартовое сооружение; энергопоглощающий материал; теплозащитное покрытие; конструктивное решение.

Keywords: launch facility; energy absorbing material; heat-shielding coating; constructive solution.

В настоящее время применение энергопоглощающих материалов для повышения долговечности строительных конструкций газоходов стартовых комплексов (СК) космических войск существенно возросла. Поэтому поддержание ракетно-космического комплекса (РКК) в постоянной готовности к применению по назначению является приоритетной задачей в любых условиях обстановки.

Одним из важнейших элементов РКК являются СК, основу которых составляет стартовое оборудование (СО), качество выполнения задач РКК по назначению главным образом определяется высоким уровнем технического состояния (ТС) СК [1].

Целевое применение и техническая эксплуатация СК космического назначения связаны с кратковременными импульсными воздействиями (акустическими, тепловыми, ударно-волновыми), которые возникают как при штатной эксплуатации (пуск ракеты-космического назначения), так и при взрывах и пожарах в аварийных ситуациях. Особую актуальность данная проблема приобретает в связи с созданием и вводом в эксплуатацию новых перспективных средств выведения космических аппаратов (КА) (ракета-носитель «Ангара») [1], обладающих повышенными энергетическими характеристиками, но использующими модернизированные стартовые сооружения (СС) существующих СК. Следствием, этого является снижение надежности (работоспособности и долговечности) СС, что в свою очередь приводит к снижению эффективности функционирования РКК в целом.

Для уменьшения последствий интенсивных воздействий газовой струи на элементы строительных конструкций газоходов при старте ракеты космического назначения (РКН)

применяют различные средства и способы, при этом ряд способов конструктивно и технологически себя во многом исчерпали [2].

Следует отметить, что ряд элементов СО, отвечающих за его готовность к применению по назначению, к настоящему времени как бы ускользнули из внимания специалистов, к таким элементам относится защита пусковой установки (ПУ) и газоходов от разрушающего влияния газовой струи ракетного двигателя (РД), т.е. речь идет о ТС защищаемых от газовой струи поверхностей элементов СО.

Газоход СК работает в условиях циклического нагружения, повторяющегося от пуска к пуску. Единичный цикл нагружения конструкции сложен и характеризуется пространственно-временным характером распределения внешних факторов пуска [2].

Начальный этап пуска РКН связан с нестационарными процессами движения волн, образующихся при включении двигательной установки (ДУ) первой ступени и начале выхода продуктов сгорания через сопла ДУ. Ударно-волновые нагрузки зависят от характеристик двигателей ракеты-носителя (РН). Дальнейшее развитие процесса сопровождается образованием мощного сверхзвукового потока из камер сгорания ДУ, длительность воздействия которого связана со временем выхода двигателей первой ступени на режим номинальной тяги и подъема РКН на безопасную высоту над нулевой отметкой СК. В связи с нерасчетным режимом работы сопел ДУ у поверхности земли и взаимодействия струй отдельных камер сверхзвуковой поток продуктов сгорания имеет сложную волновую структуру.

По периферии течения продуктов сгорания образуется пограничный слой, где происходит смешение струй с окружающим воздухом и его эжекционный подсос.

Процессы сверхзвукового течения и турбулентного смешения вызывают значительное акустическое излучение, которое может достигать $170 \div 180$ дБ.

Акустическое излучение создает вибрации элементов конструкции и деталей электронной аппаратуры РКН, КА и наземных систем, которые могут приводить к резонансным явлениям, изменяя предел выносливости конструкционных материалов элементов ПУ. Нелинейные турбулентные пульсации давления сверхзвуковой струи являются источником вибрационных нагрузок на элементы СК.

Взаимодействие сверхзвукового потока продуктов сгорания с элементами конструкции ПУ связано с образованием скачков уплотнения (ударных волн), за которыми повышается давление и температура газа.

Локальное давление может достигать 1 МПа и более. Совместно с динамическим воздействием металлоконструкции и строительные сооружения ПУ подвергаются интенсивному тепловому нагружению. Температура газового потока продуктов сгорания при пуске современных РКН превышает температуру плавления конструкционных сталей.

Высокая скорость нарастания температуры поверхности металлооблицовки ($800 \div 3500$ К/с) может привести к таким негативным явлениям как тепловой удар, плавление, абляция и унос металла облицовки или бетона строительных сооружений ПУ.

Совместное действие газодинамического и теплового нагружения приводит к образованию в металлоконструкциях ПУ зон пластических, ползучих деформаций и приводит к изменениям микроструктуры металла (обезуглероживание, окисление и коррозия, переползание дислокаций и химическое изменение сплава).

Цикл интенсивного нагрева при величине теплового потока ($q = 1 \div 4$ МВт/м²) при пуске РКН сменяется процессом остывания, при этом температурные напряжения изменяют знак, что приводит к малоцикловой усталости металла.

Однако, как свидетельствует опыт эксплуатации отечественных и зарубежных СК, при пуске РКН возможны аварийные ситуации и катастрофы. При этом возникают нерасчетные (нештатные) нагрузки на элементы СК и обслуживающий персонал [1, 2].

Таковыми процессами могут быть:

- образование и распространение в газоходах волн разрежения при аварийном выключении двигателей РКН;
- нерасчетный снос РКН под действием ветра при её движении на начальном участке траектории;
- проливы компонентов ракетных топлив;
- пожары;
- взрывы РКН, заправочного оборудования и др.

Из всего этого следует, что пуск РКН является критичным процессом эксплуатации СК, определяющим уровень боеготовности, безопасности, темпа пусков, ресурса, объемов и затрат на ремонтно-восстановительные работы [3] и т.д.

Проблема обеспечения уровня тактико-технических характеристик СК обостряется в связи со следующими актуальными аспектами развития космической отрасли:

- ростом энергетических характеристик РКН, такими как, форсированный режим работы ДУ 14Д14 первой ступени РКН 8К82КМ "Протон", что приводит к более интенсивному нагружению элементов ПУ;
- модернизацией СК под новые типы РКН, например, использованием заимствованного оборудования СК 11П865 «Космос» для конверсионных боевых ракет (программа «Рокот»), модернизация ПУ «Зенит» под универсальный стартовый комплекс космический ракетный комплекс (УСК КРК) «Ангара», где в данном случае изменяются по сравнению с расчетными данными уровни весового и газодинамического нагружения ПУ;
- создание УСК КРК, что сопряжено с необходимостью обеспечить пуск с одного ПУ различных классов РКН, требует организации безопасного пуска РКН в условиях существенно различного нагружения СО и СС.

Одной из основных проблем, связанных с реализацией пассивного метода теплозащиты элементов СС, является выбор энергопоглощающих материалов теплозащитного покрытия (ТЗП).

Выбор материала производится по совокупности следующих показателей:

- линейный унос материала с плоской поверхности ТЗП за один пуск РН, т.е. теплостойкость;
- стоимость 1м² покрытия;
- долговечность материала в заданных климатических условиях.

В качестве энергопоглощающего материала ТЗП элементов СС, площади защищаемых поверхностей которых составляют тысячи м², в настоящее время используются жаростойкие бетоны, высокотеплопроводные стали, жаростойкие чугуны и пенобетон [4-6].

В США в качестве материала ТЗП элементов СС широкое распространение нашел жаростойкий бетон «фонду-файер» WA-I.

Например, для ТЗП двухскатного сменного газоотражателя СС под РН «Сатурн-5» разработана конструкция ТЗП, состоящая из монолитного бетона WA-I и удерживающей стальной решетки (фото 1).



Фото.1. Конструкция ТЗП РН «Сатурн-5» из монолитного бетона WA-I

Наиболее эффективными конструктивными решениями в качестве энергопоглощающего материала ТЗП из жаростойких бетонов являются монолитные покрытия. В этом случае, если технология создания покрытия позволяет обеспечить плоскостность отдельных поверхностей и гладкость сопряжения пересекающихся поверхностей защищаемых элементов СС, унос ТЗП имеет равномерный характер.

Важной задачей при создании энергопоглощающих материалов ТЗП из низкотеплопроводных материалов, является разработка методов ремонта локальных участков покрытия без разборки ТЗП в целом.

Например, для монолитных бетонных покрытий наиболее эффективным методом нанесения ремонтного состава является торкретирование (фото 2), широко применяемое при восстановлении ТЗП за рубежом [6].

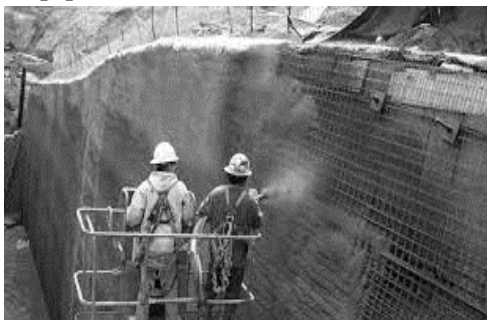


Фото.2. Нанесение ремонтного состава методом торкретирования

Однако, применение метода торкретирования для восстановления ТЗП из отечественных составов жаростойких бетонов (например, бетонов типа “Б”), требует проведения специального исследования и, в частности, разработки технологии нанесения и стендовых испытаний фрагментов ТЗП с восстановленной поверхностью.

Помимо торкретирования возможно также восстановление небольших поврежденных участков ТЗП путем применения скользящих опалубок (фото 3) [6].



Фото. 3. Восстановление поврежденных участков ТЗП путем применения скользящих опалубок

В Российской Федерации разработана технология получения нового ячеистого материала – энергопоглощающего автоклавного пенобетона по резательной технологии с целью применения в качестве энергопоглощающего материала для податливых элементов специальных

фортификационных сооружений, а также для гражданского строительства, который в сравнении с бетоном в условиях механического воздействия от газодинамической струи РН обладает повышенной устойчивостью, т.к. деформативность жаростойкого пенобетона (ЖПБ) на порядок выше, чем у бетона [7].

Это связано с его пористой структурой и наличием в составе пенобетона фиброволокна, кроме этого ЖПБ способен обеспечить снижение теплового воздействия на верхнее металлическое покрытие ограждающей конструкции газохода СК, а также демпфировать нагрузки, возникающие при температурном расширении металла.

Предлагаемые конструкции с использованием ЖПБ обладают пониженной удельной стоимостью за счет использования портландцемента, а не глиноземистого цемента, и будут иметь пониженную массу из-за его низкой плотности.

При разработке конструктивных решений теплозащитных металлооблицовок, несмотря на различные условия эксплуатации строительных конструкций газоходов СК, следует руководствоваться некоторыми общими требованиями.

Прежде всего узлы крепления металлооблицовки к защищаемым поверхностям должны допускать возможность свободных перемещений в плоскости облицовки (рис. 1) [8, 9].

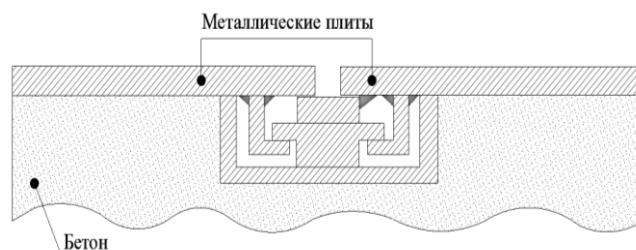


Рис.1. Скользящее крепление облицовки газохода СК

Наиболее рациональным с позиций технико-экономической оценки и в рамках реальных условий интенсивной эксплуатации ПУ является решение о создании металлической облицовки, обеспечивающей экранирование бетона от основной части газового потока (см. рис. 2).

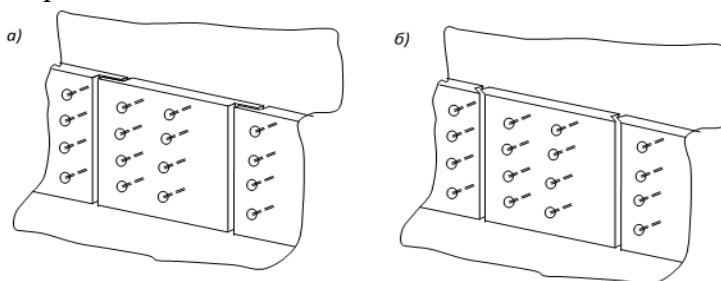


Рис.2. Схемы вариантов соединений металлических панелей

При этом наибольшее внимание следует уделить:

- определению способа крепления листов на бетонных стенках;
- обеспечению теплового зазора между листами;
- геометрии листов металлооблицовки т.е. ширине и толщине листов.

Крепление металлооблицовки на бетонные стены целесообразно осуществлять с помощью химических анкеров (см. фото 3), с устройством тепловых зазоров между панелями по двум возможным вариантам (см. рис 1, 2).



Фото.3. Крепление металлооблицовки с помощью химических анкеров

Расчет величины теплового зазора можно оценить, как величину линейного расширения металла облицовки при воздействии на нее газодинамического потока по соотношению (1):

$$l = (1 + \alpha T) l_0, \quad (1)$$

- где α — коэффициент температурного расширения;
 T — температура металлического листа;
 l_0 — длина металлического листа до температурного расширения.

Выбрав в качестве металла облицовки черные стали (Ст20), следует определить толщину листа (δ) и его ширину (b). Для обеспечения наиболее равномерного теплового поля в начале процесса остывания листов металлооблицовки целесообразно назначить различные величины толщин листов, тогда в условиях принятой высоты листа (1,5 м) можно определить ширину листов необходимую для защиты от высокотемпературной газовой струи при пуске РН.

Преимущества и применение химических анкеров:

- подходит для установки в бетоне с трещинами и без трещин с использованием любых крепежных элементов;
- сертификат для использования в сейсмически активных зонах;
- надежное решение, обеспечивающее высокую эффективность в отверстиях, выполненных алмазными коронками, с использованием нового устройства для нанесения шероховатости;
- состав подходит для круглогодичного использования: затвердевает при температуре до -5°C , также подходит для отверстий, заполненных водой, и установки под водой;
- вклейка выпусков рабочей арматуры (например, увеличение или соединение стен, плит перекрытий, лестниц, колонн, фундаментов и т.д.);
- крепление вспомогательных металлических конструкций (например, перила, перемычки и т.д.);
- реконструкция зданий, мостов и других строительных конструкций с возможностью наращивания, и усиления железобетонных элементов;
- восстановление неправильно установленной или отсутствующей арматуры, или соединений.

Также предлагается разделение конструкций газохода по высоте, на уровнях I-IV зоны А (см. рис. 3) предлагается использовать ЖПБ под металлооблицовку в виде готовых изделий, скрепленных между собой на огнеупорный клей.

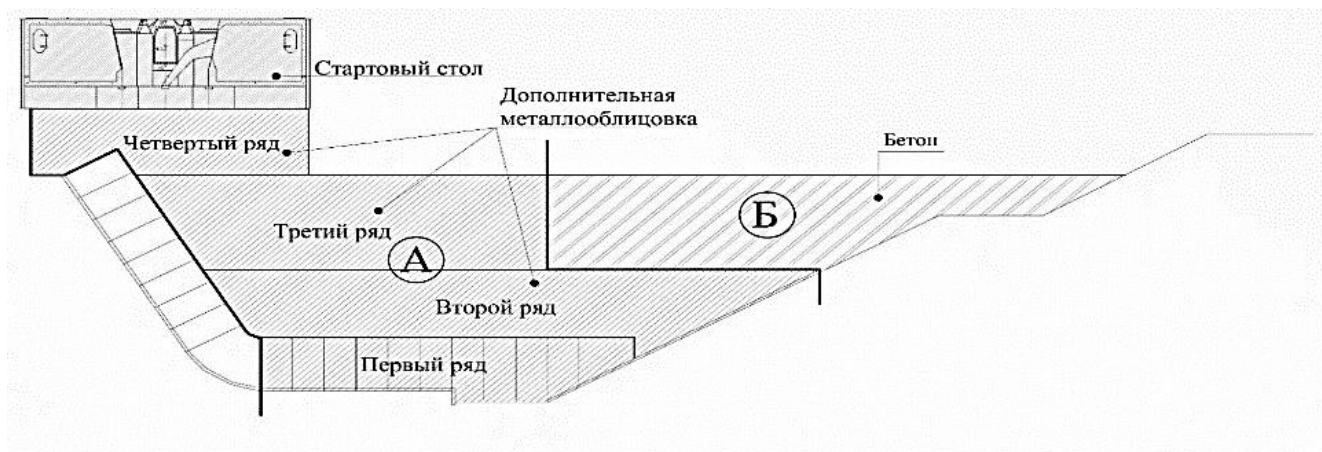


Рис.3. Разделение газохода на зоны: А-основная и Б-периферийная

Предполагается, что такое решение позволит уменьшить толщину металлооблицовки конструкции газохода и снизить тепловую нагрузку от струй ДУ РН.

Поскольку в зоне Б, (рис. 4) газодинамическая нагрузка снижается [8], предлагается использовать в конструкции боковых стенок этой зоны ЖПБ класса И600, который с запасом выдерживает тепловую нагрузку при пуске РН.

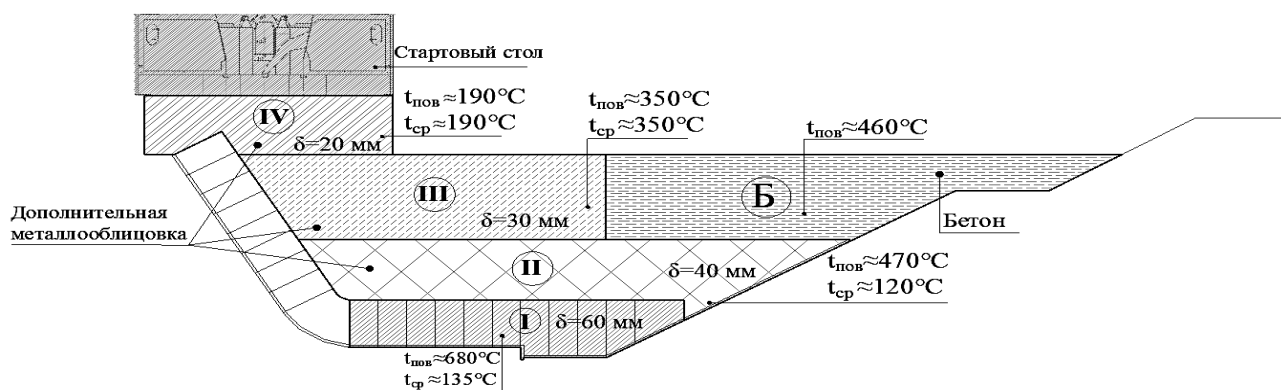


Рис.4. Разделение газохода на 4 уровня в соответствии с температурой воздействия от газодинамической струи ДУ РН

Одной из причин деградации конструкций газоходов является способ используемого закрепления металлооблицовки (фото 4).

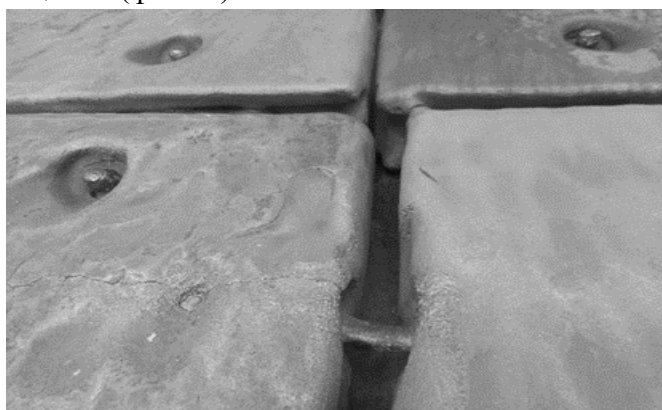


Фото.4. Разрушение листов металлооблицовки газохода СК «Союз-2»

Так для повышения долговечности металлооблицовки газохода предлагается использовать в качестве закрепления «скользящее крепление» (см. рис. 1) описанное в [8]. Такой вариант технического решения совместно с ЖПБ способен увеличить длительность сроков эксплуатации конструкций газохода СК.

Конструкция с использованием ЖПБ для уровней I-IV показана на рис.5а, а для зоны Б на рис. 5б.

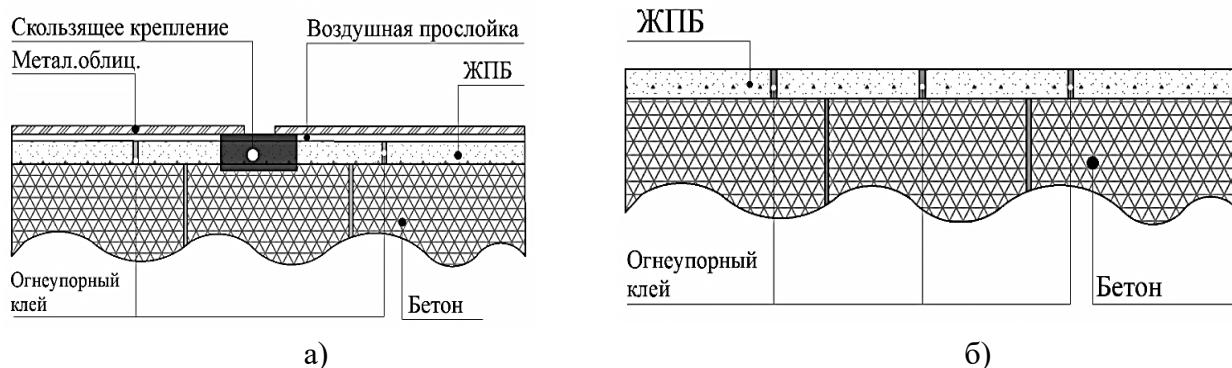


Рис.5. Варианты использования пенобетона в качестве теплозащитного покрытия.

Для зоны Б, где воздействия от газодинамической струи значительно снижаются, предлагается использовать ЖПБ в качестве финишного материала без применения металлооблицовки (см. рис. 5б).

Рассмотрим работу энергопоглощающих материалов при одинаковых значениях $q_{ср}$ представленных в табл.1.

Таблица 1
Работа материалов при одинаковых $q_{ср}$

Материал	Al-19	Ст20	1X18H9T	Бетон
Начало плавления, с	0,52	0,9	0,8	0,1
Длительность плавления, с	0,68	0,36	0,65	1,4
Унос, мм	10	~ 0,1	0,3	6
Данные натурных измерений уноса, мм		0,1		

Из табл.1 следует, что необходимо применять более теплопроводные материалы, так как работа материалов конструкций газоходов СК характеризуется следующим.

Газоход СК выполнен из стали Ст20 нагревается до температуры $T_w=1300-1400^{\circ}\text{C}$ за 0,7 – 0,9 с, с градиентом температуры $\frac{\Delta T}{\Delta x} = 400^{\circ}\text{C/мм}$. Сравним работу материалов Al-19, Ст20, 1X18H9T и бетон для теплового потока $q_{ср}=3200\text{ ккал/м}^2\cdot\text{с}$ (см. табл.1).

В случае применения ТЗП величина уносимого слоя может быть подсчитана из условия баланса энергии по приближенной формуле [10] (2):

$$\delta_y = \frac{\int_0^{\tau_0} \alpha(T_0 - T_w) d\tau - c_n \gamma_n \delta_n \frac{T_{разр} - T_{доп}}{2} - c_m \gamma_m \delta_m (T_{доп} - T_m)}{\gamma_m H_{эфф}}, \quad (2)$$

где $T_{доп}$ – допустимая температура металлической конструкции;
 $H_{эфф}$ – эффективная энтальпия покрытия, ккал/кг;
 $T_{разр}$ – температура разрушения покрытия;
 $T_{разр} \ll T_0$ – легкоразрушимое покрытие.

Помимо конструктивных требований, обусловленных особенностями работы энергопоглощающих материалов теплозащитных покрытий в условиях воздействия струй ДУ РН, к ним предъявляется также ряд строительных и эксплуатационных требований. Это технологичность их сборки, возможность замены отдельных элементов без разборки облицовки в целом, а также необходимость учета коррозии металла, что достигается принятием некоторого запаса для значения толщины облицовки, определенной в результате общего проектировочного расчета.

Заключение

Таким образом, в статье рассмотрены применяемые энергопоглощающие материалы теплозащитных покрытий и существующие конструкции элементов СС связанных с реализацией пассивного метода защиты, а также предложены новые технические решения, которые заключаются в разделении стен газхода на зоны по длине в зависимости от интенсивности теплового воздействия: основную и периферийную, а также на уровни по высоте - с I по IV по мере снижения температуры.

Список литературы:

1. Козлов В.В. Основы проектирования Ракетно-космических комплексов. Системотехника РКК для инженеров-механиков / В.В. Козлов. – С.Пб.: ВИКУ им. А.Ф.Можайского, 1999. – 365 с;
2. Отчет по инженерному обследованию несущих конструкций газходов на объекте № 333 ПУ№ 24 пл.81 космодрома «Байконур» с оценкой фактического технического состояния металлооблицовки стен и разработкой предложений по ее последующему использованию / В.А. Попов, В.В. Козлов, Д.О. Мокан, К.А. Тараненко, Ю.Н. Тиличко. // ТЗ на выполнение работы по дополнительному соглашению № 2 к договору № ВКА/1-11 от 15 марта 2011г. – С.Пб.: ВКА им. А.Ф.Можайского. – 2011 г;
3. Патент № 2641616 С1 Российская Федерация, МПК G01N 29/04. Устройство для контроля сварных соединений: № 2016135481: заявл. 31.08.2016: опубл. 18.01.2018 / Е.Л. Лебедев, Б.В. Беляев, А.А. Храмов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации.
4. Lays E., Darrow E.A. Solid propellant rocket exhaust effects. Martin – CR-65-93, vol 11, 165, p.p. 67 – 69;
5. Lays E., Design handbook for protection of launch complexes from solid propellant exhaust. Martin – CR – 66 – 11. Contract NASA. Vol 10, p.p. 230 - 246, 1966;
6. Рекомендации по технологии приготовления и укладки жаростойкого бетона на сооружении № 2 пл.110. – в/ч 44526, 1983. – 19 с.;
7. Патент № 2753881 С1 Российская Федерация, МПК C04B 38/10. Шихта для изготовления ячеистого жаростойкого бетона: № 2021102643: заявл. 04.02.2021: опубл. 24.08.2021 / А.М. Сычева, А.С. Соломахин, В.Г. Котович [и др.];заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».
8. Гула, Д.Н. Анализ возможных схемных решений закрепления листов металлооблицовки нулевой отметки стартового сооружения универсального стартового комплекса «Ангара» [Электронный ресурс] / Д.Н.Гула // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 1. – ч. 1. – Режим доступа: http://fundamental-research.ru/pdf/2017/2017_01_1;
9. Ефимов М.П., Прокофьев Ю.В., Стешенко Р.В., Герчиков О.Н. Универсальный стартовый комплекс «Ангара» 14П221 создание второй пусковой установки. – М.: Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры «Научно исследовательский институт стартовых комплексов имени В.П. Бармина», 2013 г. 110-112 с.;
10. Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники (инженерное пособие). Кн.1. / Под общей редакцией И.В.Бармина. – М.: Полиграфикс РПК, 2005 г. 250-251 с.

Степенко А.Н., Орлов А.С. Андреев Е.А., Архипов А.А.
Stepenko A.N., Andreev E.A., Orlov A.S., Arhipov A.A.

Выбор оптимальных мероприятий, направленных на снижение риска поражения электрическим током обслуживающего персонала при эксплуатации систем электроснабжения технически сложных объектов, методом анализа иерархий

Selection of optimal measures aimed at reducing the risk of electric shock to service personnel during the operation of power supply systems of technically complex objects by the method of hierarchy analysis

Аннотация. В статье проведен анализ электротравматизма при эксплуатации систем электроснабжения технически сложных объектов. Рассмотрена техническая документация, предписывающая выполнения мероприятий, связанных со снижением риска поражения электрическим током обслуживаемого персонала при выполнении работ на системах электроснабжения. Существующий комплекс мероприятий, связанный со снижением риска получения электротравмы обширен и не все входящие в его состав элементы вносят равный вклад по соотношению затраты–результат. Авторами предложен метод решения многокритериальной задачи, позволяющий с помощью мнений экспертов провести ранжирования альтернатив, произвести оценки сложности выполнения работ, оперативности выполнения работ, трудозатрат, стоимости, степени влияния на безопасность, на основе анализа иерархий по методу Т.Саати.

Метод основан на обработке экспертной информации, получаемой при попарном сравнении мероприятий. Построение иерархии, начинается с вершины структуры, определяющей цель процесса. Далее располагаются критерии и альтернативы, с помощью которых желаем добиться требуемого уровня безопасности проведения работ. Большим преимуществом при расчете мнений экспертов является этап проверки согласованности их мнений. Формула расчёта согласованности так же приводится в статье.

В случаях возникновения аварийных ситуаций, когда в короткие временные рамки необходимо восстановить исправность работы систем электроснабжения и обеспечить безопасность обслуживающему персоналу от действия опасного фактора, заранее выбранные мероприятия позволяют наиболее эффективно рассчитывать оптимальные мероприятия.

Данный метод также позволяет определить не только факт предпочтения одной альтернативы над другой, но и степень ее превосходства.

Abstract. The article analyzes electrical injuries during the operation of power supply systems of technically complex objects. The technical documentation prescribing the implementation of measures related to reducing the risk of electric shock to the serviced personnel when performing work on power supply systems is considered. The existing set of measures related to reducing the risk of electrical injury is extensive and not all of its constituent elements make an equal contribution in terms of cost–result ratio. The authors propose a method for solving a multi-criteria problem, which allows using expert opinions to rank alternatives, assess the complexity of the work, the efficiency of the work, labor costs, cost, the degree of impact on safety, based on the analysis of hierarchies by the method of T. Saati. The method is based on the processing of expert information obtained by pairwise comparison of events. Building a hierarchy starts from the top of the structure that defines the purpose of the process. Next are the criteria and alternatives with which we want to achieve the required level of safety of work.

A big advantage in calculating expert opinions is the stage of checking the consistency of their opinions. The formula for calculating consistency is also given in the article. In cases of emergency situations, when it is necessary to restore the serviceability of power supply systems in a short time frame and ensure the safety of service personnel from the action of a dangerous factor, pre-selected measures allow the most efficient calculation of optimal measures. This method also allows you to determine not only the fact of preference of one alternative over another, but also the degree of its superiority.

Ключевые слова: электротравматизм, системы электроснабжения, безопасность эксплуатации, обслуживающий персонал, организационные и технические мероприятия.

Keywords: electrical injuries, power supply systems, operational safety, maintenance personnel, organizational and technical measures.

Введение

При эксплуатации технически сложных объектов (ТСО) обслуживающий персонал (ОП) сталкивается с воздействием постоянно действующих опасных производственных факторов, таких как:

- механическое (кинетическое) поражение;
- падение с высоты;
- воздействие вредных веществ;
- воздействие высоких, низких температур;
- действие электрического тока.

Все из перечисленных производственных факторов принято считать опасными и постоянно действующими. По статистическим данным, электротравмы составляют около 30% от общего числа всех травм на производстве и, как правило, имеют тяжелые последствия. По частоте смертельных исходов электротравматизм в 15-16 раз превосходит другие виды травм [1].

По данным источника [2] в 2020 году от воздействия электрического тока погибло 83 человека, а по данным Ростехнадзора России [3], на 174357 подконтрольных ему объектах за 2020 год произошло 34 несчастных случая от действия электрического тока, которые привели к смертельному исходу (38 погибших). Проведенный анализ статистических данных приводит к следующим выводам:

- электротравматизму присущ, в большей степени, смертельный характер [1];
- в статистические данные попадают происшествия, в основном, связанные с гибелью обслуживающего персонала.

В связи с вышесказанным, на основании результатов анализа состояния вопроса обеспечения безопасности эксплуатации, можно сделать следующие выводы:

- на сегодняшний день вопросы обеспечения требуемого уровня электробезопасности при эксплуатации являются малоисследованными;
- основной задачей исследования электробезопасности является рассмотрение эффективности организационных и технических мероприятий, проводимых при эксплуатации систем электроснабжения (СЭС).

Основная часть

В нормативно-технической документации подробно расписаны требования к персоналу обслуживающему СЭС, условия производства работ на СЭС, перечень и требования к средствам индивидуальной защиты и электрозащитным средствам, перечислены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Одним из руководящих документов [4], в котором предписано выполнение организационных и технических мероприятий, влияющих на создание безопасных условий на

рабочем месте, и тем самым снижающих риск поражения электрическим током обслуживающего персонала. Исходя из местных условий лицо, ответственное за организацию безопасного проведения работ в электроустановках, оформляет наряд-допуск (распоряжение) указывает в нем на ряд мероприятий, необходимых для выполнения мер безопасности на рабочем месте, а также отвечает за достаточность и правильность указанных в наряде-допуске (распоряжении) мер безопасности [4] (п.5.3).

В зависимости от специфики своей деятельности и исходя из оценки уровня профессионального риска поражения электрическим током ответственные за организацию выполнения безопасности проведения работ вправе устанавливать дополнительные требования безопасности не противоречащие Правилам [4]. При возникновении риска происшествия или возникновении происшествия необходимо пересматривать организацию проведения работ на СЭС и выбора мероприятий связанных с снижением риска поражения электрическим током. Алгоритм выбора мероприятий направленный на обеспечения безопасности при проведении работ на СЭС, представлен на (рис 1).

Существующая система обеспечения безопасности эксплуатации не позволяет решить многокритериальную задачу, оценить трудозатраты, стоимость, оперативность выполнения работ и сложность проведения работ, степень влияния на безопасность.

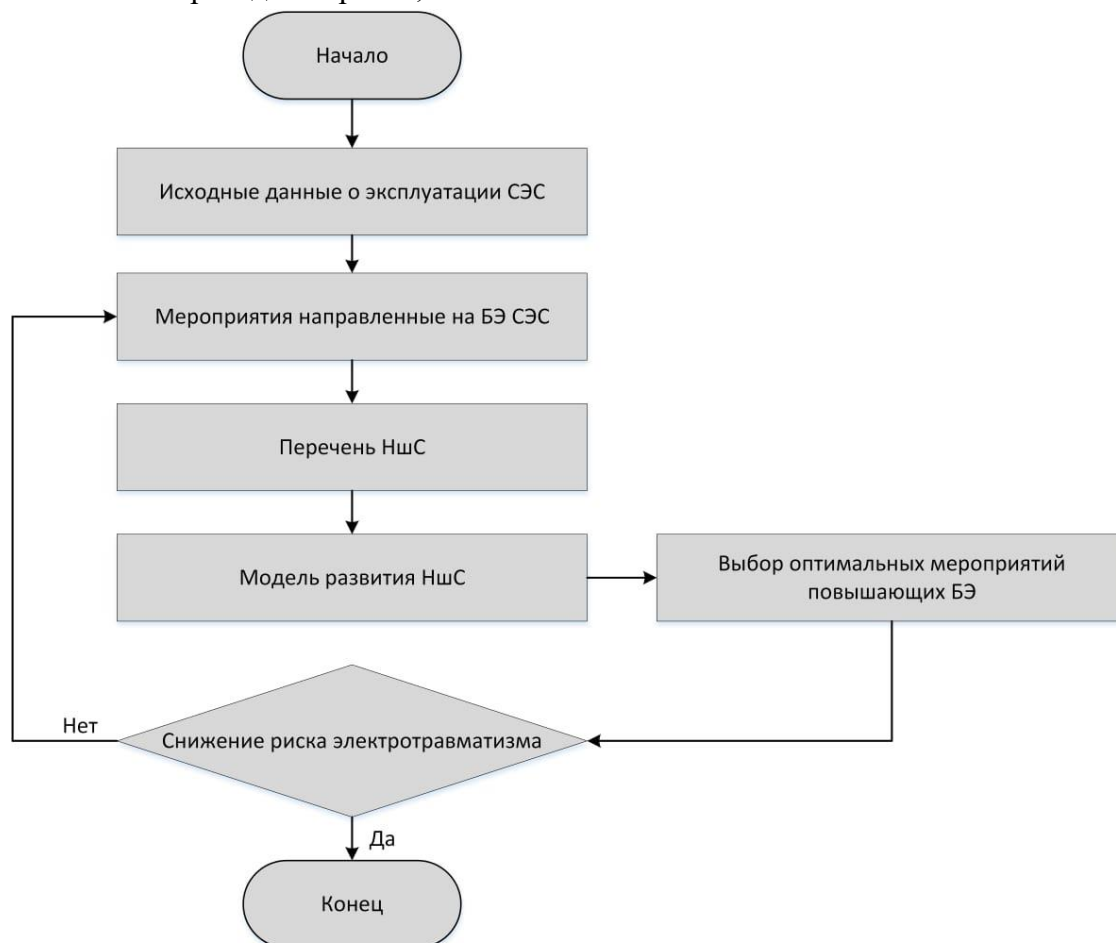


Рис. 1 - Алгоритм выбора мероприятий, направленный на обеспечения безопасности при проведении работ на СЭС.

Таким образом, необходимо разработать научно-методический аппарат, с помощью которого можно снизить вероятность возникновения происшествий в процессе эксплуатации СЭС за счет оптимального сочетания организационных, технических мероприятий и стоимости выполнения работ.

Выполнение каждого мероприятия, связанного со снижением риска получения травмы, имеет свою оценку:

- сложность выполнения работы;
- оперативность выполнения работ;
- трудозатраты;
- стоимость;
- степень влияния на безопасность.

При возникновении отказа элемента СЭС, ведущего к происшествию на ТСО, необходимо выполнение ряда работ, связанных с восстановлением данного элемента, или ввода в работу резервного оборудования СЭС ТСО. Времени на выполнения полного комплекса организационных и технических мероприятий зачастую не хватает, а для обеспечения требуемого уровня безопасности обслуживающего персонала необходимо выбрать минимальный перечень мероприятий, который не привел бы к получению электротравмы ОП.

Для выбора наилучшего варианта мероприятий предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ) [5], представляющий собой один из вариантов системного подхода к решению различных вопросов. Метод основан на обработке экспертной информации, получаемой при попарном сравнении мероприятий. Построение иерархии, начинается с вершины структуры, определяющей цель процесса. Далее располагаются критерии и альтернативы, с помощью которых желаем добиться требуемого уровня безопасности проведения работ. Схематическое изображение такого конструирования показано на рисунке 2.

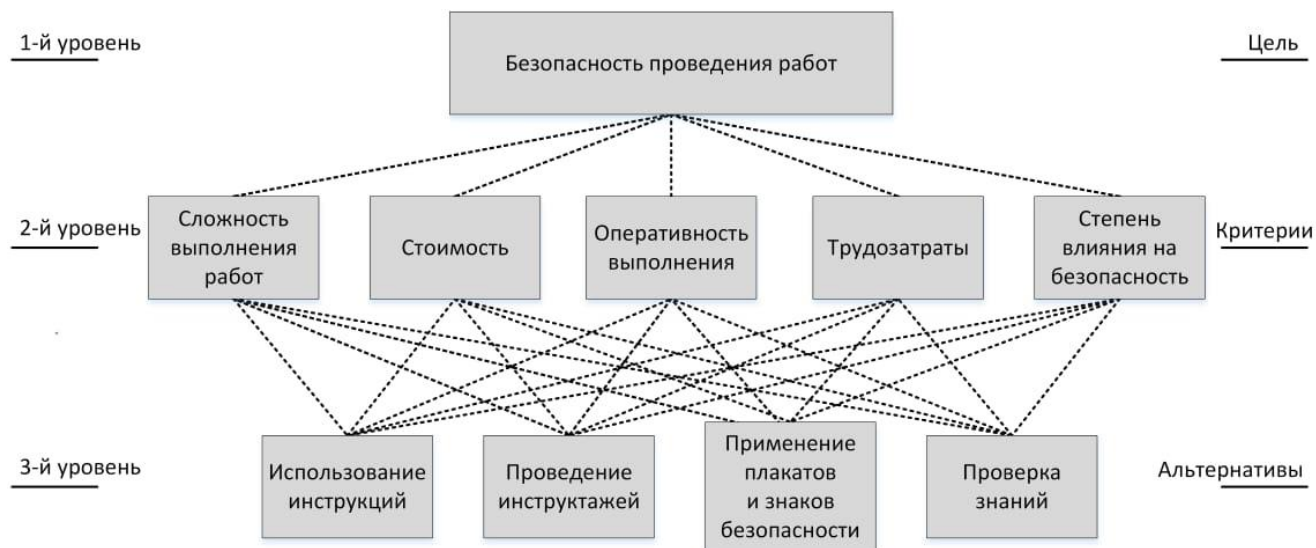


Рис. 2. - Иерархическое представление рационального варианта уровня безопасности: I – первый уровень – ЦЕЛИ, II – второй уровень – КРИТЕРИИ (K_1, K_2, K_3, K_4, K_5), III – третий уровень - АЛЬТЕРНАТИВЫ (A_1, A_2, A_3, A_4).

Для оценки превосходства того или иного критерия (альтернативы) воспользуемся шкала относительного превосходства (табл. 1), предложенной Т.Саати [5].

Шкала относительного превосходства критериев (альтернатив)

Содержательная характеристика степени превосходства	Количественная характеристика степени превосходства	Объяснение
Равная важность	1	Равный вклад двух видов деятельности в цель
Умеренное превосходство	3	Опыт и суждения дают малое превосходство одному виду деятельности над другим
Существенное превосходство	5	Опыт и суждения дают сильное превосходство одному виду деятельности над другим
Значительное превосходство	7	Одному виду деятельности даётся настолько сильное превосходство, что оно становится значительным
Очень сильное превосходство	9	Очевидность превосходства одного вида деятельности над другим подтверждается наиболее сильно
Промежуточные суждения между двумя указанными выше	2,4,6,8	Применяются в компромиссном случае

Алгоритм выбора наилучшей альтернативы может быть представлен следующим образом. Нахождение матрицы парных сравнений критериев предпочтения

$$W = \| w_{ij} \|, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n},$$

где w_{ij} – степень превосходства i -го критерия над j -ым, определяемая по шкале относительного превосходства, приведенной в табл. 1.

В ходе парных сравнений пяти критериев (K) по каждому из критериев выставляем оценки превосходства одного критерия над другим по шкале Т.Саати. Если степень значимости критерия K_1 значительно превосходит значимость критерия K_2 , то в таблице 2 ставим значение 4. В таблице 2 заполняем таким образом только верхний правый треугольник, а значения нижнего левого треугольника получаем путем вычисления (1) как и парных сравнений альтернатив таблица 3.

$$z_{jk}^i = 1 / z_{kj}^i. \quad (1)$$

Соответственно получается значение равное 0,25.

Нами выбраны пять критериев предпочтений: сложность выполнения работ, оперативность выполнения, трудозатраты, стоимость и степень влияния на безопасность (K_1, K_2, K_3, K_4, K_5) и 4 альтернативных способа снижения риска получения электротравмы: использование инструкции, проведение инструктажей, применение плакатов и знаков безопасности и проверка знаний (A_1, A_2, A_3, A_4).

Матрица парных сравнений критериев K является оценками их результатов, полученных на основании метода экспертов, приведены в табл. 2. В этой же таблице приведены максимальное собственное число матрицы W , индексы и отношение согласованности (ОС) оценок в этой матрице.

Таблица 2. Матрица W парного сравнения критериев.

Общая цель	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	Вектор локальных приоритетов V
K ₁	1	4	2	3	7	0,45097
K ₂	0,25	1	2	0,5	1	0,122652
K ₃	0,5	0,5	1	1	5	0,169226
K ₄	0,3333	2	1	1	4	0,196915
K ₅	0,1428	1	0,2	0,25	1	0,060237
						$\lambda_{max} = 4,173$ ИС = 0,058, ОС = 0,064%

Особенно важной частью является этап проверки согласованности мнений экспертов, на основании которых составлялись упомянутые выше матрицы. В основе этой проверки лежит анализ индекса и отношения согласованности. Индекс согласованности ИС определяется следующим отношением (2)

$$ИС = (\lambda_{max} - n)/(n-1), \quad (2)$$

где n – количество сравниваемых элементов, $\lambda_{max} = \sum_{j=1}^n (d_i \sum_{i=1}^n w_{ij})$ – приближенное значение максимального собственного числа матрицы W [3]. При этом под согласованностью будем понимать такие условия иерархической структуры, при которых отношения всей матрицы не должны быть противоречивы.

Отношение согласованности ОС получаем делением ИС на числа, соответствующие случайной согласованности матрицы определенного порядка. Если размерность матрицы 1,2,3,4,5,6, то случайная согласованность оценок равна 0; 0; 0,58; 0,90; 1,12; 1,24 соответственно [3].

Приближенное нахождение собственного вектора $d = \| d_i \|$, $i = \overline{1, n}$, матрицы W , соответствующего ее максимальному собственному числу, где

$$d_i = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m w_{i,j}}. \quad (3)$$

Нахождение нормализованных локальных приоритетов критериев

$$u_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^n d_i}, i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Тогда для решения матрицы парных сравнений альтернатив по каждому из критериев будем использовать выражение:

$$Z^i = \| Z_{kj}^i \|, k = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m},$$

где Z_{kj}^i будем определять с помощью (1) и данные заносить в табл. 3.

Нахождение матрицы важности j -ой альтернативы по i -ому критерию

$$V = \| v_{ij} \|, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, \text{ где}$$

$$v_{ij} = \frac{\sqrt[m]{\prod_{k=1}^n z_{jk}^i}}{\sum_{i=1}^m \sqrt[m]{\prod_{k=1}^n z_{jk}^i}} \quad (5)$$

Таким образом полученные результаты парного сравнения альтернатив по каждому критерию приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Матрица парного сравнения альтернатив

K_1	A_1	A_2	A_3	A_4	Вектор локальных приоритетов v_1
A_1	1	2	1	0,33	0,549
A_2	0,5	1	1	0,5	0,106
A_3	1	1	1	0,5	0,236
A_4	3	2	2	1	0,109
					$\lambda_{max} = 4,117$ ИС ₁ = 0,039, ОС ₁ = 0,04
K_2	A_1	A_2	A_3	A_4	Вектор локальных приоритетов v_2
A_1	1	3	2	2	0,390
A_2	0,33	1	0,5	0,33	0,101
A_3	0,5	2	1	0,142	0,129
A_4	0,5	3	7	1	0,378
					$\lambda_{max} = 4,499$ ИС ₂ = 0,166, ОС ₂ = 0,18
K_3	A_1	A_2	A_3	A_4	Вектор локальных приоритетов v_3
A_1	1	1	0,33	0,142	0,076
A_2	1	1	0,5	0,2	0,091
A_3	3	2	1	0,111	0,147
A_4	7	5	9	1	0,685
					$\lambda_{max} = 4,324$ ИС ₃ = 0,108, ОС ₃ = 0,12
K_4	A_1	A_2	A_2	A_4	Вектор локальных приоритетов v_4
A_1	1	1/4	1/9	1/7	0,040
A_2	4	1	1/7	1/7	0,084
A_3	9	7	1	1/3	0,331
A_4	7	7	3	1	0,546
					$\lambda_{max} = 4,400$ ИС ₄ = 0,133, ОС ₄ = 0,14
K_5	A_1	A_2	A_2	A_4	Вектор локальных приоритетов v_5
A_1	1	0,5	0,5	0,2	0,090
A_2	2	1	3	0,33	0,228
A_3	2	0,33	1	0,2	0,116
A_4	5	3	5	1	0,564
					$\lambda_{max} = 4,092$ ИС ₅ = 0,030, ОС ₅ = 0,03

Значение ОС не должно быть больше 0,2, в противном случае лица принимающие решение должны провести повторную оценку.

Зная вектор u локальных приоритетов критериев и векторы v_i локальных приоритетов альтернатив найдем глобальные приоритеты каждой из альтернатив, которые приведены в таблице 4.

Табл. 4.

Определение глобальных приоритетов.

Альтернативы	Векторы локальных приоритетов v_i (II уровень)					Вектор глобальных приоритетов
A_1	0,209	0,390	0,076	0,090	0,090	0,178
A_2	0,163	0,101	0,091	0,161	0,228	0,147
A_3	0,194	0,129	0,147	0,368	0,116	0,208
A_4	0,431	0,378	0,685	0,378	0,564	0,465

Согласованность всей иерархии определяется умножением каждого индекса согласованности $ИС_i$ на приоритет соответствующего критерия u_i и суммированием полученных чисел. Результат делится на выражение такого же типа, но со случайным индексом согласованности $СС_i$, соответствующим размерам:

$$OC = \frac{\sum_{i=1}^m ИС_i \cdot u_i}{\sum_{i=1}^m СС_i \cdot u_i} \quad (6)$$

Таким образом для рассматриваемого примера имеем вполне удовлетворительную согласованность (6):

$$OC = (0,039 \cdot 0,45) + (0,166 \cdot 0,122) + (0,108 \cdot 0,169) + (0,133 \cdot 0,169) + (0,030 \cdot 0,06) : 1,12 = 0,08 < 0,2.$$

Индивидуальное предпочтительное упорядочение для данного примера: $A_4 > A_3 > A_1 > A_2$, где $>$ - отношение доминирования, т.е. наилучшей является альтернатива A_4 .

Так в рассмотренном примере в результате анализа альтернатив можно сказать, что альтернативы A_1 и A_2 практически равнозначны. Существенно превосходят альтернативы A_3 и A_4 по показателям их качества, о чем свидетельствует сравнение значений их глобальных приоритетов (см. табл.4).

Проранжировав альтернативы (мероприятия) влияющие на снижения риска получения электротравм при выполнении работ на СЭС ТСО, можно акцентировать внимание на качество их выполнения и своевременность.

Заключение

Применение математического подхода в составлении алгоритма оценивания риска поражения электрическим током обслуживающего персонала при эксплуатации СЭС ТСО на основе анализа иерархий по методу Т.Саати позволяющего принять решения о выборе оптимальных организационных мероприятий, технических средств и способов защиты ОП при составлении технологических карт, инструкций действий обслуживающему персоналу при аварийных ситуациях. Когда в короткие временные рамки необходимо восстановить оперативную готовность и защитить обслуживающий персонал от опасного фактора.

Данный метод также позволяет определить не только факт предпочтения одной альтернативы над другой, но и степень ее превосходства.

Список литературы

1. По смертельным исходам электротравматизм в 15 раз превышает другие виды травм /В.С. Гребенников// Промышленная экологическая безопасность, охрана труда. – 2014. – №1. – С.22-23.

2. К проблеме снижения количества электроожогов: пути решения /И.В. Кулешов, И.А. Фирдя. – Молодой ученый. 2021. – №22(364). – С.105-107.
3. Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 №903 N «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».
4. Приказ Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. №6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» // Российская газета. 12 июня 2003.
5. Саати Т, Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь,1991. –224 с.

**Практика формирования требований к образцам вооружения и военной техники,
созданным по инициативным проектам**

**The practice of forming requirements for samples of weapons and military equipment created
by initiative projects**

Аннотация. На сегодняшний день в качестве альтернативы создания перспективных образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) в рамках реализации государственных программ вооружения и государственного оборонного заказа предусматривается проведение соответствующих инициативных работ промышленными организациями и предприятиями России. Однако общая схема выполнения работ по созданию образцов в этих случаях существенно различается. Отдельные приоритетные мероприятия инициативных проектов не регламентированы в действующих нормативных документах, что приводит к заметному снижению результативности работ в целом. Для решения возникших проблем в статье обоснована целесообразность централизованной заблаговременной разработки и исследования в организациях военно-научного комплекса Минобороны России типовых сценариев применения перспективных образцов ВВСТ.

Abstract: To date, as an alternative to the creation of promising models of weapons, military and special equipment, within the framework of the implementation of state weapons programs and the state defense order, it is envisaged to carry out appropriate initiative work by industrial organizations and enterprises of Russia. However, the general scheme for performing work on creating samples in these cases differs significantly. Separate priority activities of initiative projects are not regulated in the current regulatory documents, which leads to a noticeable decrease in the effectiveness of the work as a whole. To solve the problems that have arisen, the article substantiates the expediency of centralized advance development and research in organizations of the military-scientific complex of the Russian Ministry of Defense of typical scenarios for the use of promising models of military and military equipment

Ключевые слова: инициативный проект; образец вооружения и военной техники.

Keywords: initiative project; sample of weapons and military equipment.

На протяжении многих десятилетий в Планах (программах) строительства Вооруженных Сил (ВС) Российской Федерации (РФ) заметная роль отводится мероприятиям, направленным на совершенствование системы создания перспективных ВВСТ. Сложность и многоаспектность проблемы обуславливают появление ежегодно нескольких десятков отечественных публикаций, предметом которых являются частные недостатки планирования и реализации государственных программ вооружения (ГПВ) и государственного оборонного заказа (ГОЗ) – см, например, [1, 2]).

Современная структура отечественной программы вооружения во многом схожа с американской. Определенные, сравнительно небольшие различия обусловлены активным участием министерства обороны США во внешнегосударственной деятельности, а также иной организационно-штатной структурой как самого министерства, так и государственного оборонно-промышленного комплекса. Вследствие этого приводимые в обобщенном виде в аналитическом обзоре «Стратегия министерства обороны США по повышению эффективности

научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)» [3] основные проблемы в области создания перспективных образцов ВВСТ имеют место и в Минобороны России.

В целях преодоления ряда проблем планирования и реализации ГПВ и ГОЗ в последние годы активно проводятся мероприятия по созданию (модернизации) и проведению испытаний образцов ВВСТ, разработанных в инициативном порядке организациями Российской Федерации в интересах Министерства обороны Российской Федерации (далее – инициативные работы, ИР). С начала 2018 года такие мероприятия проводились в рамках выполнения «Временной инструкции...» [4], а с 2020 года – в ходе реализации введенной вместо неё приказом [5] «Инструкции органам военного управления по рассмотрению предложений, поступивших от организаций РФ в рамках инициативных работ». По существу проведение ИР является альтернативой создания перспективных образцов ВВСТ в рамках ГПВ и ГОЗ, позволяя в некоторых случаях чуть ли не на порядок сокращать стоимость и сроки подготовки серийного производства образца – рисунок 1.

Вместе с тем, широкомасштабное проведение работ в соответствии с приказом [5] заметно ограничивается отсутствием системы документов, дополнительно уточняющих, в частности, порядок проведения ряда приоритетных мероприятий:

- по поиску органами военного управления потенциальных исполнителей ИР;
- по формированию, предъявлению и проверке требований к изделию, предусмотренных тактико-техническим заданием (ТТЗ) на создание образца и не указанных в тактико-технических требованиях (ТТТ) – например, технико-экономические требования, требования к видам обеспечения, сырью, материалам, к консервации, упаковке и маркировке, к учебно-тренировочным средствам и т.п. – см. стандарт [6];
- по формированию и проверке требований к группе образцов (другими словами – по организации и проведению парковых испытаний);
- по устранению недостатков и замечаний, доработке рабочей конструкторской документации по результатам проведенных испытаний образцов ВВСТ.

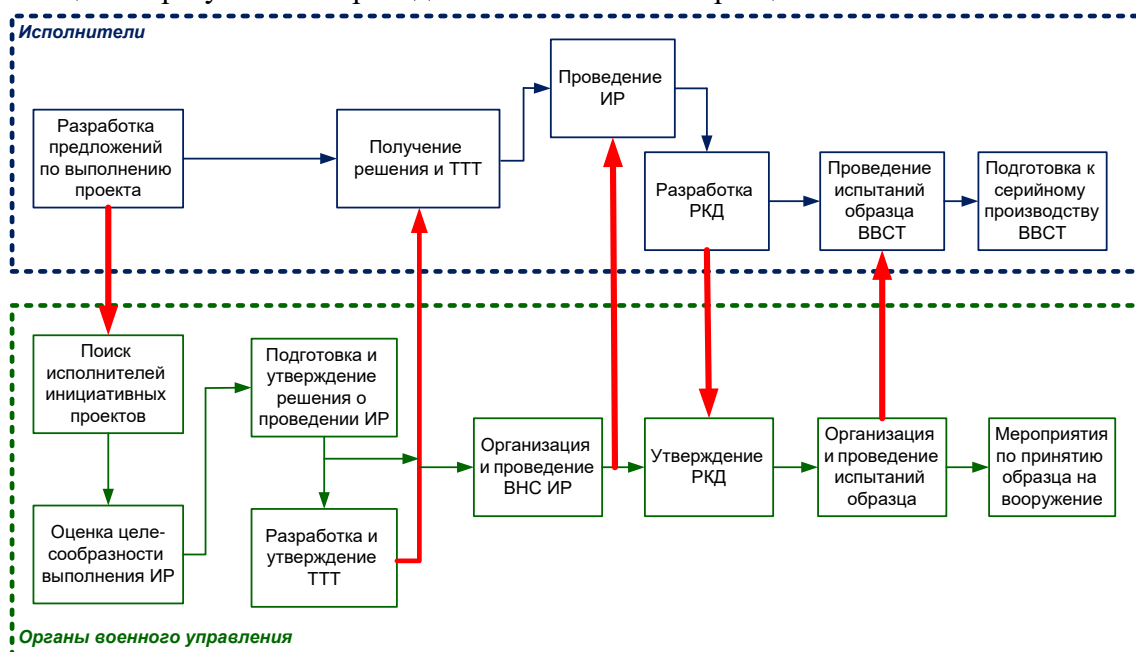


Рис. 1. Упрощенная схема выполнения ИР

Кроме того, практика выполнения ИР по созданию образцов ВВСТ выявила также серьезную проблему системного характера, связанную с изменением непосредственно самого порядка выполнения работ. При проведении НИОКР в рамках ГПВ и/или ГОЗ первичным является ТТЗ, формируемое традиционно на основе предварительной разработки и исследования

типового сценария применения образца ВВСТ (или группы образцов) по предназначению. В отличие от этого, при проведении ИР первичным становится прототип образца ВВСТ, который, предположительно, может оказаться востребованным в ВС РФ. Требования к этому образцу формируются в ограниченном объеме (ТТЗ по установленной форме не разрабатывается), без проведения каких-либо исследований в части возможностей практического применения образца и, в ряде случаев, на основе предоставленной исполнителем проектной конструкторской и эксплуатационной документации на образец.

При таком подходе разработанный в рамках ИР образец ВВСТ легко проходит испытания на соответствие достаточно формальным (заданным в существенно ограниченном объеме) требованиям и сразу принимается на вооружение (на снабжение, в эксплуатацию). Однако практическое применение образца нередко оказывается весьма затруднительным, или вообще невозможным.

В качестве примера авторами рассматривалась перспективная безэкипажная транспортная колонна (БТК) в составе большегрузных транспортных наземных робототехнических комплексов (РТК) на базе автомобильных шасси типа КАМАЗ-5350 и Урал-4320 – рисунок 2. Известные преимущества применения РТК транспортного типа, имеющийся существенный технологический задел и результаты успешной апробации технических решений (см., например, [7-13]), предполагали с большой вероятностью задание ИР по созданию БТК. Однако анализ известных публикаций (например, [14-17]) показал, что на сегодняшний день методические результаты и технические решения получены для применения в нестационарных условиях (в частности – в условиях ведения военных действий) одиночных наземных РТК транспортного типа, управляемых дистанционно (в реальном режиме времени). Попытки автономного (выполняющего заранее заданную программу) применения подобных наземных РТК в ходе современных вооруженных конфликтов свидетельствуют о весьма низкой результативности решения целевых задач. Вследствие этого групповое применение наземных РТК транспортного типа непосредственно в зоне ведения военных (боевых) действий в настоящее время для подавляющего большинства практических ситуаций считается нецелесообразным.

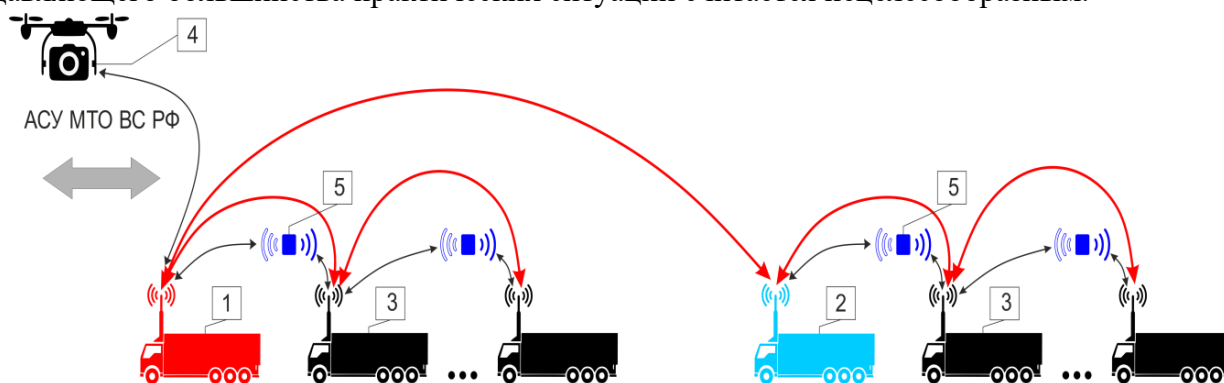


Рис. 2. Схема управления безэкипажной транспортной колонной. 1 – пункт управления колонной (головная машина 1-го отделения (звена)); 2 – головная машина 2-го отделения (звена); 3 – наземные РТК транспортного типа; 4 – беспилотный летательный аппарат; 5 – ретрансляторы (стационарные либо мобильные)

Эти выводы в полной мере подтвердились проведенными исследованиями возможностей применения БТК непосредственно в ходе ведения военных (боевых) действий, с целью дальнейшего уточнения (формирования) необходимых тактико-технических требований. По результатам рассмотрения четырех типовых сценариев применения БТК в существенно нестационарных (боевых) условиях (рис. 3, 4) установлено, что применение БТК

непосредственно в ходе ведения военных (боевых) действий нецелесообразно, а в ряде случаев и принципиально невозможно. Основные причины возникшей ситуации обусловлены следующими обстоятельствами:

- наземные РТК транспортного типа не могут совершать стандартные для экипажного автомобиля маневры (например, сдавать задним ходом, выполнять синхронно разворот на ограниченном участке дороги), без чего становится невозможным выполнение задач по предназначению при возникновении нештатных ситуаций;

- существенно затруднено применение РТК в условиях плохой видимости, например, ночью, при сильных осадках, при установке на светотехническом оборудовании светомаскировочных устройств;

- поиск возможностей применения РТК при возникновении нештатных ситуаций неизбежно приведет к дальнейшему существенному увеличению количества специалистов, обслуживающих БТК, вследствие чего в военное время число этих специалистов будет существенно превышать количество водителей в случае применения экипажных транспортных средств.

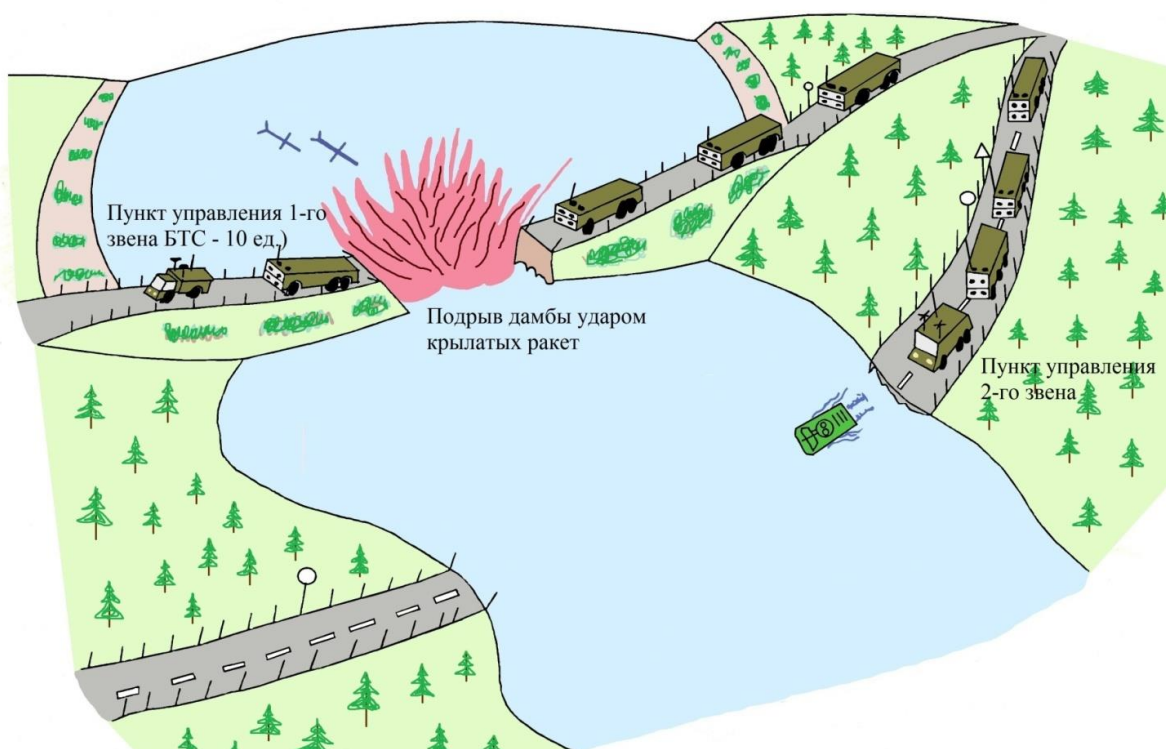


Рис. 3 - Сценарий № 1 – нештатная ситуация с БТК при преодолении водной преграды

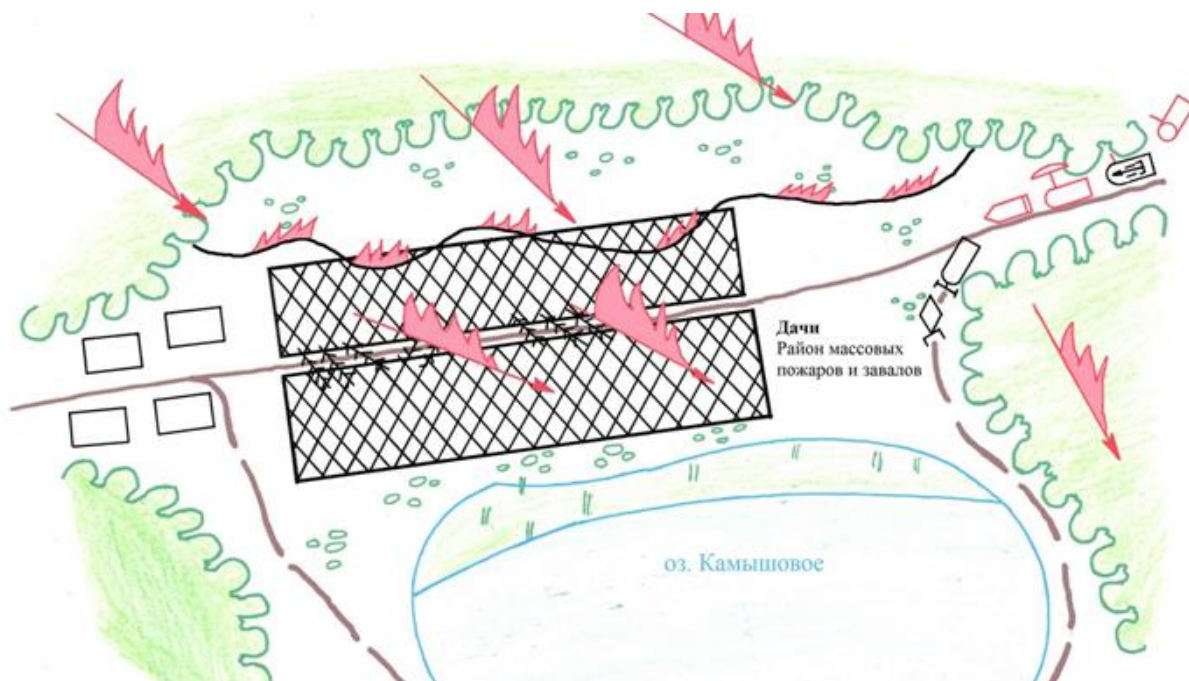


Рис. 4 - Сценарий № 2 – нештатная ситуация с БТК при преодолении района массовых завалов и пожаров

Проведенные исследования в целом свидетельствуют о целесообразности доработки существующей схемы организации ИР по созданию образцов ВВСТ. Прежде всего, достаточно эффективной может оказаться заблаговременная разработка специалистами ВУЗов и научно-исследовательских организаций Минобороны России, в рамках выполнения Плана научной работы ВС РФ, типовых сценариев применения перспективных образцов ВВСТ. Использование таких сценариев позволит существенно повысить объективность и качество мероприятий, проводимых органами военного управления как при оценке целесообразности заявленных потенциальными исполнителями инициативных проектов, так и непосредственно при формировании ТТТ к перспективным образцам ВВСТ (см. рисунок 1).

Наряду с этим, в перспективе централизованное планирование и реализация работ по созданию и исследованию сценариев применения (в том числе – совместного применения непосредственно при подготовке и в ходе военных действий) современных и перспективных образцов ВВСТ в военно-научном комплексе Минобороны России позволит решить и ряд других, не менее сложных и актуальных проблем [18]:

- заложить основы организации эффективного взаимодействия между научно-исследовательскими и образовательными организациями Минобороны России, организациями военно-промышленного комплекса и академическими институтами;
- формировать обоснованные решения в планы (программы) строительства ВС РФ, в рамках реализации Указа Президента РФ от 7 мая 2012 года № 603 «О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса»;
- существенно повысить качество и оперативность проведения мероприятий по формированию ГПВ и ГОЗ;
- эффективно планировать и реализовывать мероприятия по обеспечению национальной безопасности Российской Федерации, в рамках реализации Федерального закона от 28 июня 2014 года № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и ряда других документов федерального уровня.

Таким образом, проведенный анализ общей организации и практики разработки ВВСТ за

счет собственных средств организаций Российской Федерации (в инициативном порядке) выявил ряд серьезных организационных и методических недостатков, заметно снижающих результативность проводимых работ. Для решения возникших проблем целесообразно заблаговременно разрабатывать и исследовать в организациях военно-научного комплекса Минобороны России типовые сценарии применения перспективных образцов ВВСТ, прежде всего – в условиях подготовки и непосредственно в ходе ведения военных (боевых) действий.

Список литературы:

1. В. Криворучко. Вооружение в лабиринтах программ / Военно-промышленный курьер, № 22 от 15 июня 2020 года.
2. А. Криворучко. Путь в новое десятилетие / Радиоэлектронные технологии. – 2020. – № 1. – С. 6-11.
3. Аналитический обзор «Стратегия министерства обороны США по повышению эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ». – М.: Российский институт стратегических исследований, 2020. – 39 с.
4. Временная инструкция по организации деятельности органов военного управления при разработке (модернизации) образцов вооружения, военной, специальной техники и военного-технического имущества в инициативном порядке за счет средств организаций Российской Федерации (утверждена начальником Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации – первым заместителем Министра обороны Российской Федерации 30 марта 2018 года.
5. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 6 июля 2020 года № 300 «Об утверждении Инструкции органам военного управления по рассмотрению предложений, поступивших от организаций Российской Федерации в рамках инициативных работ».
6. ГОСТ 15.201-2003. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Тактико-техническое (техническое) задание на выполнение опытно-конструкторских работ.
7. В Японии испытали колонну беспилотных грузовиков [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infox.ru/news/221/107878-v-aponii-ispytali-kolonnu-bespilotnyh-gruzovikov> (дата обращения: 03.03.2021)
8. Иванов С.М., Лубенников Ю.Г., Эскрива А.М. Опыт и перспективы применения беспилотных автотранспортных средств в армии США / Материалы межведомственного научно-теоретического симпозиума «Проблемы МТО в современных операциях» в рамках XII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН «Актуальные проблемы защиты и безопасности». – СПб: ВАМТО, 2019.
9. «КАМАЗ» готовит грузовики к беспилотной «Одиссее». Пока на внутренних дорогах [Электронный ресурс]. URL: http://logirus.ru/news/transport/kamaz_gotovit_gruzoviki_k_bespilotnoy_-odissee-_poka_na_vnutrennikh_dorogakh.html (дата обращения: 22.12.2021)
10. Колтуков А.А., Шестаков В.А., Голубенко Е.А. Зарубежный опыт создания беспилотных наземных транспортных средств для решения задач материально-технического обеспечения войск в условиях боевых действий / Военная мысль. – 2019. – №8. – С. 136-142.
11. Первая демонстрация движения автомобилей в караване в рамках проекта SARTRE [Электронный ресурс]. URL: <https://www.media.volvocars.com/ru/ru-ru/media/pressreleases/36000> (дата обращения: 03.03.2021)
12. Проект беспилотника «Шаттл» объединил НАМИ, КамАЗ и Яндекс [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/e/BkeKwEAAAUc> (дата обращения: 22.12.2021)

13. Электромобили и беспилотный транспорт. – М.: Агентство промышленного развития Москвы, 2020. – 114 с.
14. Антохин Е.А., Евтихов А.Н., Паничев В.А. Актуальные вопросы группового применения наземных робототехнических комплексов военного назначения / Робототехника и техническая кибернетика. – 2019. – № 7(1). – С. 14-20.
15. Воробьев А.А., Сергеев В.В. Проблемы формирования облика специализированных робототехнических комплексов // Робототехника и техническая кибернетика. – Т. 9. – № 4. – 2021. – С. 312-320.
16. Ермолов И.Л., Хрипунов С.П. Проблемы группового применения робототехнических комплексов и пути их решения / Экстремальная робототехника. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 279-285.
17. Макаренко С.И. Робототехнические комплексы военного назначения – современное состояние и перспективы развития / Системы управления, связи и безопасности. – 2016. – № 2. – С. 73-132.
18. Долгосрочные сценарии развития стратегической обстановки, войн и военных конфликтов в XXI веке: аналитический доклад / А.И. Подберезкин, М.А. Мунтян, М.В. Харкевич [и др.]; Моск. гос. ин-т междунар. отношений (ун-т) МИД России, Центр военно-политических исследований. – М.: МГИМО–Университет, 2014. – 175 с.

О подходе к обеспечению надежности образцов пожарной техники**On the approach to ensuring the reliability of firefighting equipment samples**

Аннотация. В статье предложен подход к обеспечению надежности образцов пожарной техники. В основе данного подхода лежит определение влияния отказов узлов и агрегатов образца пожарной техники на обеспечение основных действий на пожаре и проведение аварийно-спасательных работ с последующим их ранжированием.

Annotation. The article proposes an approach to ensuring the reliability of fire fighting equipment samples used in the Armed Forces of the Russian Federation. This approach is based on determining the impact of failures of units and assemblies of a sample of fire fighting equipment on the provision of basic actions in a fire and carrying out emergency rescue operations, followed by their ranking.

Ключевые слова. Пожарная техника, надежность, эксплуатация, техническое обслуживание, отказ, ранжирование.

Keywords. Fire fighting equipment, reliability, operation, maintenance, failure, ranking.

В целях надежной эксплуатации пожарной техники на объектах военной инфраструктуры, достижения максимальной реализации их потенциальных свойств при следовании к месту боевой работы и выполнении основных боевых действий на пожаре, а также при проведении аварийно-спасательных работ пожарно-техническое и аварийно-спасательное оборудование должно находиться в исправном состоянии.

Как указано в [1], пожарная техника, как правило, эксплуатируется в «жестких» условиях. В агрегатах пожарных автомобилей более интенсивно, по сравнению с транспортными автомобилями, проходят процессы, предопределяющие снижение их работоспособности. Им характерна эксплуатация с максимально возможной нагрузкой на форсированных режимах, что, несомненно, увеличивает износ узлов и агрегатов, частые пуски механизмов с целью проверки их работоспособности, прогрев механизмов в движении, отсутствие установившихся режимов работы двигателя при подаче воды насосом и т.д. В результате техническое состояние образцов пожарной техники неизбежно ухудшается, снижается их надежность.

Для поддержания пожарной техники в исправном состоянии осуществляется комплекс технических и организационных мероприятий, который можно разделить на две группы: техническое обслуживание и ремонт [7]. Периодичность и объем работ по техническому обслуживанию техники при повседневном использовании и хранении определяются нормативными и распорядительными документами Министерства обороны Российской Федерации, а также инструкциями по эксплуатации и техническому обслуживанию (ремонту) техники предприятий-изготовителей.

Несмотря на наличие нормативно-технической документации, регламентирующей проведение различных мероприятий технического обслуживания и ремонта образцов пожарной техники, её использование в ситуациях ограниченных временных ресурсов (например, на пожарах или учениях) не всегда эффективно. Данное обстоятельство объясняется тем, что выполнение работ в последовательности, изложенной в нормативно-технической документации,

предполагает равенство этих работ в смысле их влияния на конечный результат применения образца пожарной техники. Вместе с тем работы по техническому обслуживанию различных конструктивных элементов играют неодинаковую роль, проявляющуюся в процессе их функционирования, т.к. они имеют различное назначение, занимают различное место в конструктивно-функциональной схеме образца, обладают различным уровнем надёжности. Указанные моменты, а также другие факторы необходимо учитывать при назначении объёма работ по техническому обслуживанию в условиях с ограниченными временными ресурсами [2].

Определение значимости мероприятий технического обслуживания необходимо начинать с определения первоочередных работ, которые должны учесть [3]:

опасность отказа (с учетом немедленных и отдаленных последствий) для жизни и здоровья расчета, целостности и сохранности образца пожарной техники, другого имущества и материальных объектов;

влияние отказа на качество функционирования образца пожарной техники и полноту выполнения им назначенных функций;

скорость развития неблагоприятных последствий отказа.

При этом проверка должна быть организована таким образом, чтобы информация об исправности подсистем узлов и агрегатов давала наибольшую уверенность в готовности техники к тушению пожаров и проведению связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ [6]. В этом случае наиболее подходящим показателем эффективности контроля технического состояния будет вероятность отсутствия после контроля необнаруженных отказов $P_{но}$.

При определенной организации проведения мероприятий технического обслуживания можно добиться [4]

$$\max P_{но} = \max \prod_{i=1}^n p_i, \quad (1)$$

при условии:

$$\sum_{i=1}^n t_i \leq T_{mp}, \quad (2)$$

где $P_{но}$ – вероятность отсутствия необнаруженных отказов после контроля пожарной техники;

p_i – вероятность отсутствия необнаруженных отказов после контроля i -го элемента пожарной техники;

t_i – время, затраченное на контроль i -го элемента пожарной техники ($i = \overline{1, n}$);

T_{mp} – заданное время подготовки пожарной техники.

Определение необходимого количества выполняемых мероприятий основывается на делении образца пожарной техники на подсистемы. В свою очередь эти подсистемы включают элементы (узлы и механизмы), а они в свою очередь имеют параметры, которые подлежат проверке.

Для каждого i -го элемента пожарной техники сочетания различных совокупностей контролируемых параметров и видов их контроля образует множество K различных вариантов контроля. Варианты контроля i -й группы характеризуются последовательностью

$$(P_i^j; t_i^j), j = \overline{1, K} \quad (3)$$

Допустим, что при проверке образца пожарной техники перед применением каждый i -й элемент контролируется только по одному из возможных вариантов, поэтому (1) можно записать так:

$$P_{no} = \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^K [P_i^j]^{x_i^j}, \quad i = \overline{1, n}, j = \overline{1, K}, \quad x_i^j = 0 \text{ или } x_i^j = 1, \quad (4)$$

при ограничении

$$\sum_{j=1}^K x_i^j = 1 \quad (5)$$

Прологарифмировав выражение (4), получим

$$\ln P_{no} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^K x_{ij} \ln P_i^j. \quad (6)$$

Для каждого i -го элемента образца пожарной техники ($i = \overline{1, n}$) необходимо задать следующие вероятности [4]:

p_i – вероятность того, что до момента контроля любой отказ («постепенный» или «внезапный») в i -ом элементе пожарной техники не возникнет;

u_i – вероятность того, что до момента контроля в элементе не возникнет «постепенный» отказ;

v_i – вероятность того, что до момента контроля в элементе не возникнет «внезапный» отказ;

s_i – вероятность того, что в течение контроля i -го элемента отказ ее из-за «отрицательного» влияния контроля не возникнет.

Значения данных вероятностей определяют априорную информацию о надежности и точностных характеристиках системы.

В случае проверки i -го элемента образца пожарной техники на работоспособность вероятность отсутствия после такого контроля необнаруженных отказов равна

$$P_i^{(1)} = p_i s_i + (1 - p_i) q_i + p_i (1 - s_i) q_i = q_i (1 - p_i s_i) + p_i s_i; \quad (7)$$

где $P_i^{(1)}$ – сумма вероятностей несовместных событий: вероятности того, что отказ до контроля работоспособности не возник и не был вызван контролем; вероятности того, что отказ до контроля имел место и был во время контроля обнаружен, и вероятности того, что отказ возник в процессе контроля и был обнаружен при контроле.

Если i -й элемент пожарной техники проверяется на правильность функционирования, то вероятность отсутствия после контроля необнаруженных отказов равна

$$P_i^{(2)} = u_i [v_i s_i + (1 - v_i) k_i + v_i (1 - s_i) k_i] = k_i u_i (1 - v_i s_i) + p_i s_i; \quad (8)$$

где $P_i^{(2)}$ – сумма вероятностей взаимоисключающих событий: вероятности того, что «внезапный» отказ до контроля не существовал и не был вызван контролем; вероятности того, что «внезапный» отказ до контроля существовал и был обнаружен при контроле, и вероятности того, что «внезапный» отказ возник в процессе контроля и был при этом обнаружен.

При оценке достоверности результатов контроля технического состояния образца необходимо знать, с какой вероятностью объект контроля, признанный годным, на самом деле является неисправным. Достоверность такого события для каждой i -ой группы образца пожарной техники может быть оценена следующими вероятностями:

q_i – вероятность обнаружения отказа в i -ой группе при контроле ее работоспособности;

k_i – вероятность обнаружения отказа в i -ой группе при контроле правильности ее функционирования.

Необходимо отметить, что значения P_i^j зависят не только от числа контролируемых параметров и вида контроля, но и от степени их взаимосвязи.

В случае, если контроль i -го элемента объекта не проводится, то вероятность того, что в ней к моменту окончания контроля отказ не произойдет, равна

$$P_i^{(3)} = p_i \quad (9)$$

Необходимо отметить, что значения P_i^j зависят не только от числа контролируемых параметров и вида контроля, но и от степени их взаимосвязи.

Ведем переменные $x_i^j = 0$ или $x_i^j = 1$, $i = \overline{1, n}$; $j = 1, 2, 3$, и ограничение

$$\sum_{j=1}^3 x_i^j = 1, \quad i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

Таким образом, значение вероятности отсутствия после контроля образца пожарной техники необнаруженных отказов будет равно

$$P_{no} = \prod_{i=1}^n [P_i^{(1)}]^{x_{i1}} [P_i^{(2)}]^{x_{i2}} [P_i^{(3)}]^{x_{i3}} \quad (11)$$

Логарифмируя выражение (11), получим линейный вид целевой функции

$$\ln P_{no} = \sum_{i=1}^n (x_{i1}^j \ln P_i^{(1)} + x_{i2}^j \ln P_i^{(2)} + x_{i3}^j \ln P_i^{(3)}) \quad (12)$$

Таким образом, задача заключается в максимизации P_{no} , а, следовательно, и $\ln P_{no}$, при ограничениях (4) и (10).

Но знания результатов вероятностей отсутствия отказов после контроля недостаточно, так как узлы и механизмы состоят из множества элементов, и инструкциями по эксплуатации предусмотрены мероприятия по их обслуживанию. Поэтому предлагается учесть уровень надежности элементов, входящих в состав рассматриваемых узлов и механизмов пожарной техники.

На основе имеющихся значений интенсивности отказов сортируем элементы узлов и механизмов с целью составления плана мероприятий технического обслуживания.

В соответствии с [5] следующим шагом решения задачи является ранжирование полученных результатов по соответствующему значению показателя эффективности

$$f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_n, \quad (13)$$

где f_i – мероприятия ТО. Итоговым результатом служит группировка мероприятий технического обслуживания по рассматриваемым подсистемам пожарной техники.

$$A_j \{ f_1^j, f_2^j, \dots, f_k^j \}, \quad (14)$$

где A_j – подсистема пожарной техники.

Выводы. Предлагаемый метод определения вероятности необнаруженных отказов после контроля образца позволяет оценить значимость и произвести ранжирование мероприятий технического обслуживания, что в свою очередь позволит обеспечить надежность образцов пожарной техники в условиях ограниченного времени на подготовку к применению по назначению.

Список литературы

1. Преснов А.И., Марченко М.А., Ложкин В.Н., Скрипка А.В., Мироньчев А.В., Данилевич А.В. Пожарная техника: учебник в 2 частях. Часть 2. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2016.—494 с.
2. Мьялкин В.А., Малиновский В.С., Рытов А.В., Никоноров А.А., Щулипенко Д.Л., Сюпкаев А.А., Калинин В.Ю. Устройство для определения рационального варианта технического обслуживания сложной технической системы в условиях ограниченного времени//Патент России № 117676. 2012. Бюл. № 18.

3. ГОСТ 27.310-95 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.– М.: Издательство стандартов, 1995.—12 с.
4. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. – М.: Высшая школа, 1982.—231 с.
5. Мьялкин В.А., Малиновский В.С., Гуськов А.К. Определение значимости отказов элементов артиллерийской части самоходного артиллерийского орудия в задаче обоснования рационального варианта технического обслуживания. Деп. в ЦВНИ МО РФ, Серия Б, Вып. № 97, 11.11.2011, № В7354.– 13 с.
6. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Потапенко В.В., Булат В.А. Методика и результаты испытаний автоматической системы противопожарной защиты, разработанной для подземных объектов // Военный инженер, Санкт-Петербург, 2021. - № 4 (22).
7. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А. Повышение эффективности средств пожаротушения // Военный инженер. - 2021. № 1 (19). С. 11-16.

Современный подход к утилизации драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ**A modern approach to the disposal of drag-containing telecommunications products VVST**

Аннотация. В статье представлен подход к утилизации драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ. Показаны проблемы утилизации ВВСТ. Приведен комплекс задач, которые лежат в основе предлагаемого подхода к утилизации драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ.

Abstract. The article presents an approach to the disposal of drag-containing telecommunication products of the VVST. The problems of utilization of the VVST are shown. A set of tasks that underlie the proposed approach to the disposal of drag-containing telecommunication products of the VVST is presented.

Ключевые слова: утилизация, драгосодержащие телекоммуникационные изделия, проблема, задачи, подход.

Keywords: recycling, precious telecommunication products, problem, tasks, approach.

Происходящие перемены в военно-политической и социально-экономической областях нашего государства сопровождаются высвобождением значительного количества бывших в эксплуатации образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). Командующий РВСН С.В. Каракаев отметил [1], что реализация намеченных планов позволила довести долю новых и перспективных ракетных комплексов в группировке РВСН в 2022 году до 70%, а в 2027 году составит – 100%. Но темпы ввода в боевой состав РВСН новых ракетных комплексов «жестко» привязаны к эффективности и срокам проведения мероприятий по утилизации изделий ВВСТ из состава ракетных комплексов, снимаемых с боевого дежурства, в том числе и телекоммуникационных изделий с драгоценными материалами (ДМ). При этом существует ряд проблем комплексного характера, препятствующих рациональной деятельности в сфере утилизации ВВСТ [2-4].

Первая проблема – невзирая на многолетний опыт утилизации, на настоящий момент в стране не завершено формирование нормативных документов федерального уровня, который можно было бы назвать правовым базисом в этой области.

Следующая проблема – трудности взаимодействия между субъектами утилизации и, как следствие, проблемы с достижением эффективного конечного результата. Причем эти проблемы на федеральном уровне в полном объеме не взаимоувязаны ни в правовом, ни в организационном плане, в связи с чем границы ответственности министерств и ведомств различны, что не позволяет сформировать единую, замкнутую систему утилизации в стране в целом.

Рассмотрим один из подходов к утилизации драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ, представленный в виде схемы решаемых задач на рис. 1, где ЛОДМ – лом и отходы драгоценных металлов, ПЛ – пластмассы, ЦМ – цветные металлы, ЧМ – черные металлы, КЛ – классифицированные группы.

Суть такого подхода состоит в выборе исполнителей контрактов по утилизации драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ среди арсеналов и ремонтных заводов МО РФ для проведения первичной и глубокой переработки и аффинажных заводов для реализации классифицированных групп ЛОДМ. Эффективность данного способа должна

обеспечиваться за счет внедрения новых методик по переработке драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ на арсеналах МО РФ и реализации классифицированных групп ЛОДМ с учетом преysкурантов на аффинаж и транспортных затрат.

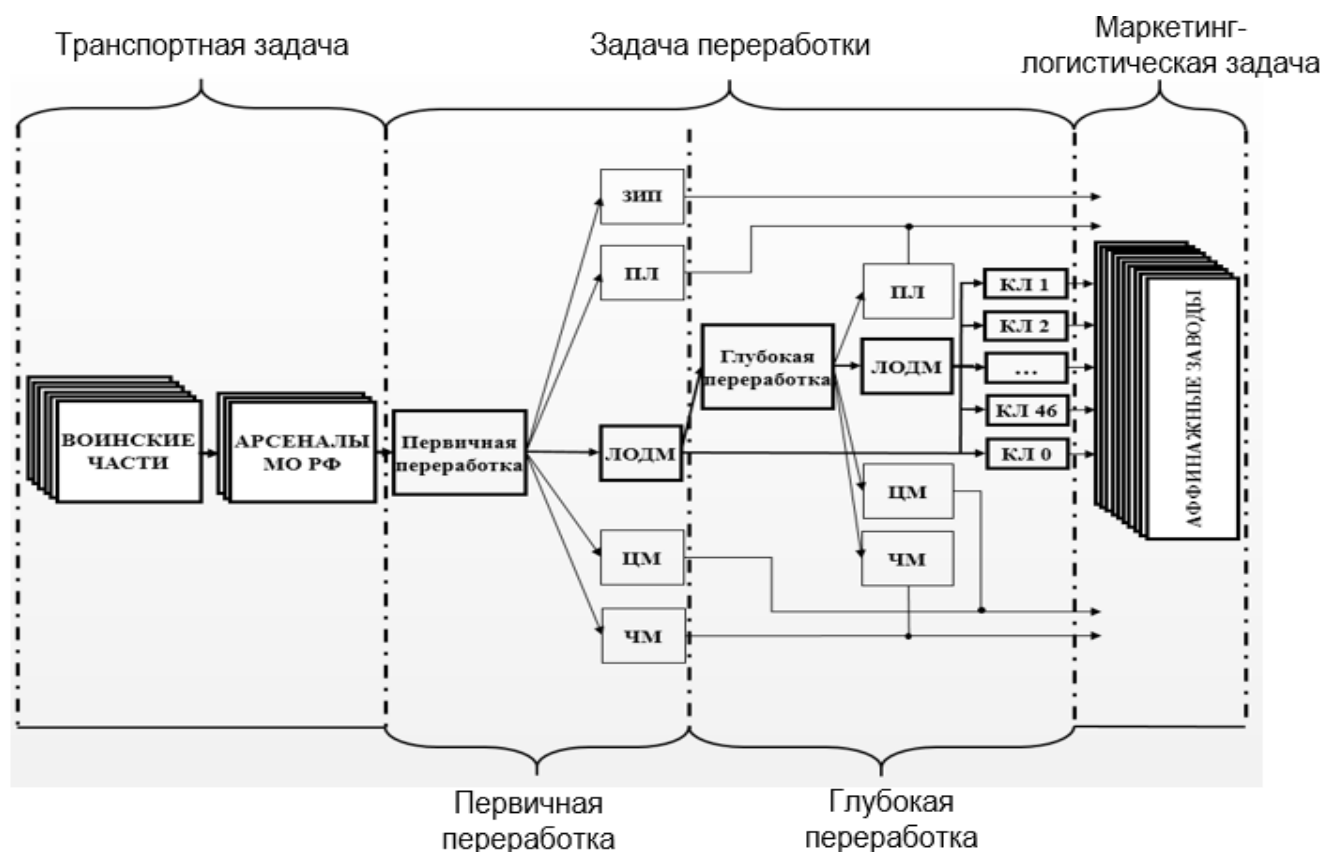


Рис. 1 – Схема утилизации драгосодержащих изделий ВВСТ.

Как видно из рисунка, первой подзадачей является классическая транспортная задача. Исходным данными для решения задачи является требуемое количество H_k^{mp} телекоммуникационных изделий ВВСТ известной k -ой номенклатуры, которые за определенный период времени необходимо утилизировать. Это количество определяется для каждого k -го типа изделий ВВСТ как общая сумма:

$$H_k^{xp} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J H_{ijk}, \quad (1)$$

где I – количество войсковых частей, из боевого состава которых должны быть утилизированы телекоммуникационные изделия ВВСТ в рамках планового периода; K – количество типов утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ; H_{ik} – количество утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ k -го типа, выведенных из боевого состава i -ой войсковой части.

В качестве управляемых переменных в модели на первом этапе рассматриваются показатели H_{ijk} – количество телекоммуникационных изделий ВВСТ k -ой номенклатуры, которые необходимо отправить из i -ой войсковой части в j -й арсенал.

Кроме количественных неуправляемых параметров для планирования доставки утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ из воинских частей в арсеналы при решении первой подзадачи в качестве расчетных данных необходимо также обязательно рассматривать стоимостные параметры C_{ij} , которые могут быть определены в соответствии с выражением:

$$C_{ij} = L_{ij} \cdot Q_{расд} \cdot \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K H_{ijk} \cdot M_k, \quad (2)$$

где C_{ij} – стоимость перевозки утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ из i -ой воинской части в j -й арсенал; L_{ij} – расстояние (длина ж/д путей) между i -ой воинской частью и j -м арсеналом; $Q_{ржд}$ – средний тариф РЖД на перевозку одного килограмма условного груза на километр пути (рублей), M_k – масса одного телекоммуникационного изделия ВВСТ k -го типа.

При этом общая стоимость C_{mp} перевозок всех утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ из воинских частей в арсеналы, являющаяся целевой функцией, определяется как:

$$C_{mp} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

Второй подзадачей является 0«задача переработки» (см. рис. 1), которая включает в себя обоснование выбора одного или двух технологических процессов – первичной и глубокой переработки утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ. В качестве управляемых переменных в модели используются показатели X_j – общая масса утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ, выводимых из боевого состава и перерабатываемых в j -ом арсенале, которая определяется на основе выражения

$$X_j = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K H_{ijk} \cdot M_k = \sum_{i=1}^I X_{ij} \quad (4)$$

Так при применении только первичной переработки (первый способ, который включает в себя только демонтаж и разборку узлов и блоков телекоммуникационных изделий ВВСТ) и сортировки получаемых при этом вторичных материальных ресурсов, вес полученного переработанного сырья (лигатурной массы), содержащего ЛОДМ можно определить по формуле:

$$Y_{j1}^{DM} = \delta_1 \cdot \sum_{i=1}^I X_{ij}, \quad (5)$$

где Y_{j1}^{DM} – вес лигатурной массы, содержащей вторичные драгоценные металлы, полученной в результате первичной переработки утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ, поступивших в рамках планируемого периода на j -й арсенал, δ_1 – коэффициент, учитывающий уменьшение массы драгосодержащего сырья в результате применения первого способа переработки.

При применении глубокой переработки – второго способа, включающего в себя весь цикл первичной и глубокой переработки, вес полученного переработанного сырья Y_{j2} можно вычислить на основе выражения:

$$Y_{j2}^{DM} = \delta_2 \cdot \sum_{i=1}^I X_{ij}, \quad (6)$$

Величины коэффициентов δ_1 и δ_2 определяются на основании анализа статистических данных по утилизации драгосодержащих телекоммуникационных изделий ВВСТ. Так как при переработке общая лигатурная масса, содержащая драгоценные металлы, уменьшается и имеет место выполнение условия:

$$X_j > Y_{j1} > Y_{j2}, \quad (7)$$

доля ДМ, содержащихся в лигатуре, полученной в результате применений сначала первичной, а потом глубокой переработки утилизируемых телекоммуникационных изделий ВВСТ, увеличивается, что описывается соответствующим двойным неравенством:

$$d_j^{DM} < d_{j1}^{DM} < d_{j2}^{DM}. \quad (8)$$

Третья подзадача представляет собой маркетинг-логистическую задачу планирования перевозок ЛОДМ на аффинажные заводы с учетом цены реализации переработанного сырья. При решении этой подзадачи в качестве управляемых переменных использованы показатели Z_{jn} – суммарная масса групп классифицированного сырья с ЛОДМ, которую необходимо перевезти из

j-го арсенала МО РФ в *n*-й аффинажный завод.

По нашему мнению, предлагаемый подход может лечь в основу решения проблемы утилизации драгосодержащих не только телекоммуникационных, но и изделий ВВСТ в целом.

Список литературы:

1. Каракаев С.В. Ракетные войска стратегического назначения современной России [Электронный ресурс] / С.В. Каракаев. – М.; Военно-теоретический журнал "Военная мысль", 2019. – URL://<https://vm.ric.mil.ru/Stat/item/229465/> (Дата обращения 17.12.2019).
2. Татарко К.И. Основные формы и способы утилизации вооружения, военной и специальной техники и оценка их экономической эффективности. / Татарко К.И., Волобуев А.В., Безовский А.В. / НТС «Проблемы экономического обеспечения обороноспособности и безопасности государства в новых экономических условиях». Москва: ВУ МО РФ, 2019. –Ч.2 – с. 270-277.
3. Барынькин В.М. Военные угрозы России и проблемы развития ее Вооруженных Сил / В.М. Барынькин. – М.: Воениздат, 2016. – 179 с
4. Трунова, Е. Ю. Особенности реализации государственной программы оборонно-промышленного комплекса России/ Е. Ю. Трунова, П. В. Мошкин // Вестник алтайской академии экономики и права.- 2018.-№5

Методология исследования направлений развития грузоперерабатывающих комплексов**Methodology of research of directions of development of cargo processing complexes**

Аннотация. В статье рассматривается описание методологии исследования, проводимых в целях исследования вопросов развития складских комплексов комплексного хранения.

Abstract. The article considers the description of the methodology of research conducted in order to study the development of complex storage warehouse complexes.

Ключевые слова: войска национальной гвардии, материально-техническое обеспечение, грузоперерабатывающий комплекс, складской комплекс, методология исследований, направления развития.

Keywords: national guard troops, logistics, gas processing complex, warehouse complex, research methodology, development directions.

Военно-политическая обстановка, складывающаяся на современном этапе вокруг Российской Федерации, свидетельствует о том, что страны Запада, практически потеряли политическую независимость и проводят политику, основанную на решениях, принимаемых Соединенными Штатами Америки. Открытая экономическая и военно-политическая поддержка странами Запада политики Украины приводит к эскалации вооруженных действий (вооруженной борьбы) в зоне проведения специальной военной операции. На территории стран Европы вблизи государственной границы Российской Федерации, только в период проведения специальной военной операции, численность группировок войск НАТО увеличилась практически в два раза. Данные обстоятельства являются неоспоримым основанием для принятия руководством Российской Федерации мер по наращиванию усилий в решении вопросов обеспечения военной и внутренней безопасности страны, которые входят в сферу полномочий Вооруженных Сил Российской Федерации и Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации.

Служебно-боевая деятельность войск национальной гвардии Российской Федерации существенным образом отличается от Вооруженных Сил Российской Федерации спецификой возложенных на войска задач и особенностями реализации войсками национальной гвардии Российской Федерации своих полномочий, что определяет необходимость проведения научных исследований направленных на повышение эффективности функционирования войск национальной гвардии, включая всех систем обеспечения служебно-боевого применения войск в различных условиях обстановки.

Гарантированное выполнение войсками национальной гвардии служебно-боевых задач, возложенных на войска федеральным законодательством [1, 2] напрямую зависит от материально-технического обеспечения войск, организуемого в различных условиях оперативной обстановки. В основе качественного выполнения задач материально-технического обеспечения служебно-боевой деятельности войск национальной гвардии лежит способность системы материально-технического обеспечения осуществлять накопление, содержание и поставку запасов материально-технических средств обеспечиваемым подразделениям, что является основной функцией складских (грузоперерабатывающих) комплексов различного типа и организационной принадлежности. Опыт участия войск национальной гвардии в специальной военной операции свидетельствует о том, что исторически сложившийся порядок развертывания

и функционирования складских (грузоперерабатывающих) комплексов, в условиях трансформации военных действий в сетцентрическую войну, требует пересмотра и изменений, которые могут быть реализованы только на основе научных исследований, проведенных в этих целях.

Методология исследования направлений развития грузоперерабатывающих комплексов, как совокупность основных структурных элементов, определяющих ее архитектуру (рис. 1), должна быть направлена на поиск новых принципов развития складских комплексов, способов их адаптации к новым условиям функционирования, методов обоснования их организационной структуры и состава, а также алгоритмов реализации предлагаемых изменений в целях обеспечения их устойчивого функционирования.

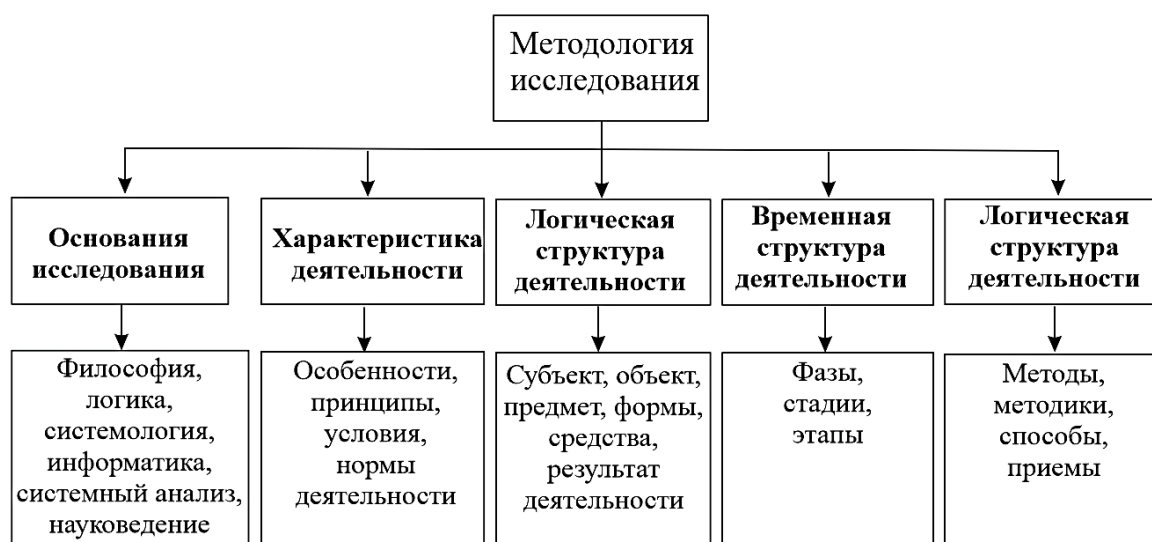


Рис. 1. – Архитектура методологии исследования

Методология исследований направлений развития грузоперерабатывающих комплексов осуществляется на теоретическом уровне, обеспечивающем разработку теоретических основ развития грузоперерабатывающих комплексов, так и эмпирическом уровне (рис.2), обеспечивающем практическое применение результатов теоретических исследований в практике функционирования системы материально-технического обеспечения служебно-боевой деятельности войск национальной гвардии.

В основу исследования направлений развития грузоперерабатывающих комплексов положены принципы, как исходные положения, определяющие порядок функционирования исследуемых комплексов.

Целью проведения исследования направлений развития грузоперерабатывающих комплексов является повышение эффективности функционирования системы материально-технического обеспечения войск.

Основными принципами функционирования грузоперерабатывающих комплексов в рассматриваемых условиях будут являться принципы, не противоречащие основным принципам материально-технического обеспечения войск. К таким принципам можно отнести:

достаточность и распределенность комплексов в зоне ответственности оперативно-территориальных объединений, обоснованные соответствием возможностей грузоперерабатывающих комплексов объемам задач материально-технического обеспечения войск;

транспарентность обоснования необходимости создания грузоперерабатывающих комплексов, основанная на доступности информации о состоянии военно-политической и

социальной обстановки в районах выполнения служебно-боевых задач с перспективной ее развития в условиях дестабилизации обстановки;

комплексность применения различных видов транспорта в условиях нарушения транспортных коммуникаций (логистических цепочек) при организации унимодальных и мультимодальных перевозок;

автономность функционирования системы материально-технического обеспечения войск за счет эшелонирования запасов основных видов материальных средств, в том числе с учетом возможностей грузоперерабатывающих комплексов, а также перспектив создания подвижных складских грузоперерабатывающих комплексов на базе подвижного железнодорожного состава (эшелонов материально-технического обеспечения).

В целях получения наиболее обоснованных и достоверных результатов исследования, в его основе должны лежать базовые теории, в том числе, на развитие которых направлено исследование.

Определение основных направлений развития грузоперерабатывающих комплексов может осуществляться только с учетом условий, которые будут влиять на функционирование данных комплексов, которые можно разделить на внешние и внутренние (рис.2). При этом, необходимо отметить, что проведение исследования должно учитывать, как директивно установленные, так и стохастически изменяющиеся факторы, влияющие на материально-техническое обеспечение войск.



Рис. 2. – Условия, воздействующие на функционирование комплексов

Обеспечение качественного функционирования грузоперерабатывающих комплексов может быть достигнуто только при условии наиболее точного определения направлений развития этих комплексов. Развитие грузоперерабатывающих комплексов может осуществляться в следующих направлениях:

совершенствование нормативно-правового регулирования создания и функционирования рассматриваемых комплексов;

научное обоснование организационной структуры и штатного состава комплексов;

обоснование организационно-технических изменений порядка функционирования структурных элементов комплекса и функций, реализуемых ими;

разработка новых технологических решений, обеспечивающих повышение эффективности функционирования комплексов;

обоснование порядка интеграции грузоперерабатывающих комплексов в систему материально-технического обеспечения войск;

разработка возможности передачи грузоперерабатывающих комплексов и иных объектов хранения материально-технических средств сторонним организациям на основе долгосрочных контрактов (по образцу частных военно-логистических компаний).

Выводы

1. Исследования направлений развития грузоперерабатывающих комплексов должны опираться на состояние развития основных теорий, так и обеспечить учет современных требований к функционированию объектов комплексного хранения материально-технических средств.

2. Методология проводимых исследований должна обеспечивать взаимосвязь методов и методик научного исследования: от определения системы принципов, способов и построения теоретической деятельности объектов до конкретного воплощения методов, как выработанного способа организации взаимодействия субъекта и объекта исследования на основе выбранного материала и конкретной процедуры.

3. Методология исследования должна обеспечивать достижение, теоретической цели, заключающейся в модели идеального познания, а также практической цели исследования, заключающейся в разработке программы (алгоритма) приемов и способов достижения практического результата.

Список литературы:

1. Российская Федерация. Указ Президента Российской Федерации. О Федеральной службе войск национальной гвардии Российской Федерации : Указ Президента Российской Федерации № 510 : [опубликован на "Официальном интернет-портале правовой информации" 04 октября 2016 года, в Собрании законодательства Российской Федерации от 10 октября 2016 года № 41 ст. 5802]. – Москва : 2016. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_205384/ (дата обращения 09.12.2020). – Текст : электронный.

2. Российская Федерация. Законы. О войсках национальной гвардии Российской Федерации : Федеральный закон № 226-ФЗ : [принят Государственной думой 22 июня 2016 года : одобрен Советом Федерации 29 июня 2016 года]. – Москва : 2016. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/40960> (дата обращения 09.12.2020). – Текст : электронный.

Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д.
Kostarev S.V., Ostroumova Yu.S., Khanin S.D.

Обновление содержания и организационных форм обучения в интересах развития научно-технологического направления в военно-инженерном образовании

Updating the content and organizational forms of training in the interests of the development of the scientific and technological direction in military engineering education

Аннотация. Актуализируется задача развития в военно-инженерном образовании научно-технологического направления средствами учебных дисциплин. Раскрываются возможности, открываемые в этом отношении обучением физике, и формулируются ведущие положения обновления его содержания и организационных форм в военно-инженерном вузе, отвечающего интересам обеспечения готовности выпускников вуза к наукоемкой профессиональной деятельности и развития самой образовательной системы. Возможности реализации выдвинутых положений в практике обучения конкретизируются на примерах осуществленных новаций в обучении физике и технологии функциональных материалов и компонентов электроники и фотоники.

Abstract. The task of developing the scientific and technological direction in military engineering education by means of academic disciplines is being updated. The possibilities opened up in this regard by teaching physics are revealed, and the leading provisions are formulated for updating its content and organizational forms in a military engineering university, which meets the interests of ensuring the readiness of university graduates for high-tech professional activities and the development of the educational system itself. The possibilities of implementing the put forward provisions in the practice of teaching are concretized on the examples of implemented innovations in teaching physics and technology of functional materials and components of electronics and photonics.

Ключевые слова: научно-технологическое образование, отбор и построение нового содержания, проблемно-деятельностный подход к организации обучения, организационные формы освоения нового содержания.

Key words: science and technology education, selection and construction of new content, problem-based and activity approach to the organization of education, organizational forms of mastering new content.

Присущие современным условиям широкомасштабность разработки и освоения вооружения и военной техники, основанных на новых научных принципах и использовании высоких технологий, развитие новых технологических форм и способов ведения боевых действий существенно актуализируют задачу развития в военно-инженерном образовании научно-технологического направления [1-4]. Ключевое значение при этом, как и вообще в профессиональном становлении личности [14], имеют содержание и организация образовательного процесса.

Характеризуя существующее здесь состояние дел, нельзя не признать наличия ряда проблемных зон. Во-первых, часто неоправданно сильного отставания содержания обучения от

современного состояния науки и технологии, что ограничивает возможности конструктивного освоения проблематики современных профессионально значимых направлений научно-технологического развития. Это относится прежде всего к фундаментальным дисциплинам, традиционное содержание которых обнаруживает сегодня явную недостаточность для адекватного понимания научных основ передовых достижений науки и технологии, продуктивного участия в научно-технологическом решении задач военно-профессиональной деятельности [13].

Во-вторых, излишней сепаратности в предъявляемом обучающимся содержании фундаментальных и профильных дисциплин, что не позволяет достигнуть в формируемых у обучающихся представлениях о научно-технологической деятельности целостности. Содержание фундаментальных дисциплин в своем характере столь академично, что практически не дает возможности предметно осмыслить инженерный потенциал приобретаемых знаний, включая те из них, которые сегодня уже непосредственно составляют основу современных наукоемких технологий. Содержание же профильных дисциплин, напротив, излишне практично, так что за занавесом остаются необходимые для освоения фундаментальные основы достижений научно-технологического развития, методы и средства приведшей к ней поисково-исследовательской деятельности, конструктивное применение технологических достижений в современном развитии фундаментальной науки.

В-третьих, столь сильного доминирования в содержании обучения фактологической составляющей, что в тени остаются логика и методология научно-технологической деятельности. В результате имеющийся у ее освоения образовательный потенциал остается в значительной степени нереализованным.

В-четвертых, отсутствия должной для призванного быть опережающим обучения направленности в проектировании и реализации образовательного процесса на создание оснований для будущего профессионального развития выпускника военно-инженерного вуза в сфере наукоемкой деятельности. Далеким от желаемого остается уровень актуализации в содержании обучения признанного, проявляющего устойчивую динамику в практических приложениях теоретического материала, обеспечения в организации обучения условий для предметного освоения имеющих непреходящее значение методов и средств научно-технологической деятельности.

Наконец, недостаточной востребованности в организации образовательного процесса деятельностной позиции обучающегося, его учебно-познавательной и профессиональной самостоятельности в получении и применении научных знаний в целях решения технологических задач, что составляет содержание научно-технологической деятельности.

Исходя из сказанного следует, что интересы отвечающего запросам времени развития научно-технологического направления требуют разносторонне обоснованного обновления содержания и организационных форм обучения в военно-инженерном вузе [15]. При этом для каждой из предметных областей, в силу специфики приоритетов, содержательного и методологического контента отражаемого материала, его характера, уровня сложности, возможностей обучающихся на соответствующих этапах образовательного процесса, эта задача должна решаться специально.

В настоящей работе она решается применительно к обучению в военно-инженерном вузе физике, которая была и остается ориентационной и методологической основой научно-технологической деятельности, развития интеллектуальных и профессионально-личностных качеств будущего специалиста о чем, в частности, свидетельствуют направленность и результаты деятельности ведущих образовательных и научно-технологических центров (например, [5]).

В определении положений, могущих лечь в основу обновления содержания и организационных форм обучения физике, мы исходили из необходимости обеспечения:

- достаточности содержания обучения в плане сформированности у обучающихся готовности к актуализации и продуктивному применению знаний в целях освоения содержания проблематики и продуктивного участия в разработке перспективных направлений научно-технологического развития;
- отвечающих закономерностям познавательной деятельности условий для освоения учебного материала, непрерывности и систематичности его развертывания в образовательном процессе;
- направленности содержания и организационных форм обучения на целостное освоение научно-технологической деятельности, деятельностное овладение ее методологией, методами и средствами;
- реализации развивающих ресурсов преподаваемых дисциплин в целях формирования у обучающихся необходимых для военного инженера интеллектуальных и профессионально-личностных качеств;
- условий формирования основательности образовательного процесса в военном-инженерном вузе в плане будущего профессионального развития обучающихся в сфере решения задач научно-технологической деятельности.

В результате проведенного в пространстве философии образования, психологии, теории профессионального образования анализа проблем подготовки к научно-технологической деятельности, передовых образовательных практик в качестве ведущих в обновлении содержания и организационных форм обучения физике положений определены следующие.

1. В интересах подготовки к научно-технологической деятельности целесообразна генерализация интегрируемого содержания обучения физике вокруг определенного, профессионально значимого направления. В отборе и построении нового содержания следует исходить из необходимости обучения методам решения отвечающих выбранному направлению основных типов задач и отражения требуемого для их решения содержательного контента.

2. Освоение необходимых для продуктивной научно-технологической деятельности знаний должно осуществляться в военном-инженерном вузе на всем протяжении физического образования, начиная с общего курса физики, и далее в рамках, следующих за ним, адресных по отношению к центральному выбранному направлению физических дисциплин с соблюдением отвечающей целевым установкам научно-технологического образования и познавательным возможностям курсантов динамики расширения образовательного поля.

3. Обновление содержания обучения физике в контексте подготовки к научно-технологической деятельности с необходимостью должно предполагать усиление его методологической направленности. В организации процесса освоения методологии научно-технологической деятельности, как и содержания ее проблематики, должны соблюдаться его предметность, непрерывность и динамичность

4. В разработке и осуществлении отвечающих подготовке к научно-технологической деятельности организационных форм обучения физике приоритетной должна быть востребованность деятельностной позиции обучающегося как необходимого условия развития у него самостоятельности мышления и действий, способностей к продуктивной системной деятельности в проблемной среде. Для достижения этого содержание обучения должно представляться в задачно-деятельностной форме как предмет деятельности, а его освоение как процесс достижения ее цели, в ходе которого развиваются принципиально важные для военного инженера профессионально-личностные качества.

5. Будучи направленным на придание научно-технологическому образованию опережающего характера, что отвечает целям будущего профессионального развития, обучение физике в военно-инженерном вузе должно предусматривать в качестве своего результата приобретение обучающимися реализованного опыта углубленного изучения в рамках выделенного направления определенной, отвечающей содержанию перспективных направлений научно-технологического развития тематики на достаточном для продуктивного участия в решении проблемных задач уровне, для чего необходима соответствующая организационно-методическая поддержка, координация усилий с ведущими научными и образовательными учреждениями.

6. Подготовка к научно-технологической деятельности средствами обучения физике должна осуществляться на уровне, достаточном для приобретения обучающимся реализованного опыта конструктивного применения научных знаний в решении актуальных технологических задач, что соответствует освоению содержания образования [6] на уровне приобретения опыта осуществления способов деятельности и опыта творческой деятельности

Сформулированные положения легли в основу обновления содержания и организации обучения на кафедре физики Военной академии связи им. С.М. Буденного. Конкретизируем осуществленные здесь в проектировании и реализации образовательного процесса новации.

В качестве осваиваемого в физическом образовании как центральное направления подготовки к научно-технологической деятельности выступает физика и технология функциональных материалов и компонентов электроники и фотоники. Выбор этого направления обусловлен следующим:

- профессиональной значимостью для инженеров-связистов, в силу определяющей роли элементной базы электроники и фотоники в достижении требуемых функциональных характеристик устройств и систем связи;
- системообразующей ролью физики в совершенствовании материалов и технологии, задании его принципов, ориентиров, методов и инструментария;
- опорой необходимых для освоения технологий на традиционно изучаемый в курсе физики предметный материал, что позволяет осуществлять обновление содержания обучения без нарушения его логической целостности;
- разработанностью теоретических основ и состоянием интенсивного развития данного направления, что делает освоение его содержания значимым в плане формирования готовности к наукоемкой профессиональной деятельности.
- возможностью полномасштабного ресурсобеспечения процесса освоения содержания данного направления в осуществляющем подготовку военных инженеров-связистов;

На основе проведенного анализа содержания научно-технологической деятельности в рассматриваемой области знаний и деятельности в качестве ориентира в отборе и построении нового содержания обучения физике определены постановка и решение следующих основных типов задач. Задачи анализа, состоящие в установлении сущностных связей в отвечающей логической структуре научно-технологической деятельности цепочке: физика-материал-технология и требующие в своем решении применения физических методов анализа структуры и свойств изучаемых объектов в зависимости от технологии их синтеза. Результатом решения задач этого типа является установление закономерностей, позволяющих выявить ответственные за формирование свойств функциональных материалов и структур процессы и факторы.

Задачи управления, состоящие в установлении принципов получения технических материалов и структур с заданными свойствами и с необходимостью опирающиеся в своем решении на результаты анализа изучаемых объектов. Результатом решения таких задач является

совершенствование существующих и разработка новых перспективных технологий получения функциональных материалов и структур.

Задачи диагностики, состоящие в разработке и применении методов, основанных на определении информативных в плане характеристики работоспособности контролируемых объектов параметров, могущих лечь в основу технологии контроля качества функциональных материалов и компонентов. Будучи сопряженным с анализом, решение задач диагностики базируется на применении методов структурных, электрофизических и оптических исследований.

В качестве основных компонентов требуемого для подготовки к решению задач научно-технологической деятельности при обучении физики его содержательного контента выделяются следующие: базовые понятия и представления физики функциональных материалов и структур, физические и математические модели реальных объектов и процессов, физические основы и методы проектирования материалов и структур с заданными функциональными свойствами, технологические методы их получения

Представленный контент в практике обучения распределяется между курсом общей физики и следующими за ним физическими дисциплинами «Физика материалов и компонентов техники связи» и «Физические основы микро– и наноэлектроники» в соответствии с их предназначением и познавательными возможностями обучающихся.

В организационном плане освоение содержательного контента осуществляется на протяжении всего физического образования в военно-инженерном вузе на основе единого проблемно-деятельностного подхода [7].

В курсе общей физики осваивается понятийный аппарат, базовые представления и отрабатываются ключевые для научно-технологической деятельности подходы и методы. Освоение базовых понятий и представлений начинается с первого семестра обучения посредством интеграции в его обучение задач классической механики и электродинамики, решение которых дает наглядный аналог подлежащего осмыслению результата. Так, в разделе «Механика» в решении традиционных задач о движении материальной точки по гофрированной поверхности и тела в идеальной жидкости показывается целесообразность введения понятия эффективной массы, берущей на себя смысловую нагрузку учета внутренних сил, в решении задачи о связанных одинаковых осцилляторах – расщепление собственной частоты и, соответственно, энергии на отвечающее числу осцилляторов количество частот (энергетических уровней), что служит пропедевтикой в освоении ключевых представлений квантовой электронной теории твердого тела о зонном характере энергетического спектра, в решении задачи о распространении волны в системе связанных осцилляторов – отсутствие ее рассеяния в однородной среде и возникновение его на случайных неоднородностях, что предваряет центральную в квантовой электронной теории теорему Блоха о состоянии электрона в периодическом поле кристалла и освоение адекватных представлений о физической природе электрического сопротивления твердотельных материалов.

В рамках изучения раздела «Электродинамика» пропедевтика освоения вышеуказанных положений продолжается в форме результатов, получаемых обучающимися при решении задач о связанных колебательных контурах и распространении электромагнитной волны в волноводе с периодическими расположенными неоднородностями. Представление о транспорте заряда углубляется в результате решения задачи о вольт-амперной характеристике инжекционного тока в диэлектрике, в котором с необходимостью раздельно определяются зависимости от напряжения определяющих электрическую проводимость параметров – концентрации и подвижности носителей заряда, и для объяснения отличия поведения последней при изменении напряжения

от свободных электронов в вакууме вновь оказываются востребованными представления о рассеянии носителей заряда в твердых телах.

В процессе изучения квантовой физики в логике задачно-деятельностного подхода формируются ключевые в физических основах наноэлектроники представления о квантовых размерных эффектах в системах пониженной размерности. Это осуществляется прежде всего в решении хрестоматийной задачи о квантовой частице в потенциальном ящике, анализ результата которого при ширине ящика менее 100 нм с определенностью приводит к выводу о дискретизации энергетического спектра в объектах нанометровых размеров и возможностях управления электронными свойствами наноматериалов посредством изменения их геометрических размеров.

Еще одна реализуемая при обучении квантовой физике возможность – формирование методом аналогий представлений о наличии в системах с периодически изменяющимся показателем преломления (фотонных кристаллах) запрещенных для распространения областей значений длины волны электромагнитного излучения – фотонных запрещенных зон.

В плане освоения теоретических основ, используемых в физики и технологии элементной базы электроники и фотоники методов структурных исследований – задачи, направленные на определение их аналитических возможностей. Таковыми являются, в частности, задачи по определению разрешающей способности сканирующих атомно-силового и туннельного зондовых микроскопов, решаемые в разделах «Молекулярная физика» и «Квантовая физика» соответственно.

Особое внимание в отработке необходимых для освоения подходов и методов уделяется экспериментальному решению задач. Это обусловлено его ресурсностью в плане системного овладения эмпирическим и теоретическим подходами, практического освоения принципиально важных в научно-технологической деятельности методов, выработки таких принципиально важных для нее качеств мышления и действий, как самостоятельность и творческий характер.

С целью повышения полноты реализации образовательного потенциала физического практикума в рассматриваемом аспекте изменена организационная форма его выполнения [8, 9]. В отличие от традиционной, когда метод экспериментального решения задачи предлагается обучающимся в готовом виде, базируясь на представляемом в логически завершенной форме в теоретическом введении материале, при проведении практикума курсанты самостоятельно, на основе аналитического решения соответствующей задачи определяют и обосновывают целесообразный для экспериментального решения задачи метод, что с очевидностью находится в русле подготовки к научно-технологической деятельности. При этом с необходимостью оказываются востребованными и, соответственно, развиваемыми умения моделирования, играющие в научно-технологической деятельности ведущую роль на всех ее этапах – от идейного замысла технологической новации до принятия научно обоснованного технологического решения и его материального воплощения. Нельзя не отметить значение освоения метода моделирования и для самого физического образования, в котором оно выступает как его содержание, средство и один из важнейших результатов [10].

Разработанный подход к организации работ практикума реализуется в процессе обучения физике на всем его протяжении, начиная с экспериментального решения задач механики. Так, уже на начальном этапе обучения физике курсанты самостоятельно приходят к методам экспериментального определения момента инерции в работах, объектом изучения в которых являются: маятник Обербека, вращающийся маховик и скатывающееся с наклонной плоскости тело вращения.

В качестве примера подлежащей аналитическому решению с целью выработки подхода к определению экспериментальной методики задачи приведем следующую: «Тело вращения

массой m и радиусом r скатывается по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол α_1 , проходя расстояние l_1 за время t . Далее оно движется вверх по наклонной плоскости с углом наклона α_2 , по которой проходит расстояние l_2 . Покажите что момент инерции тела вращения может быть определен по формуле:

$$I = \frac{mgl_2 * r^2 * t^2}{2l_1 * (l_1 + l_2)} * (\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2)».$$

На основании полученного результата обучающиеся выясняют, какие величины следует измерить для определения момента инерции твёрдого тела и обосновывают тем самым методику эксперимента.

При усложнении по ходу обучения необходимых для экспериментального решения задач методов их обоснование осуществляется курсантами поэтапно. Например, в практикуме по электродинамике для выяснения метода определения удельного заряда электрона собственно экспериментальной части выполнения задания предшествует последовательное аналитическое решение цепочки задач о движении электрона в скрещенных электрических и магнитных полях в условиях, отвечающих классическому эксперименту Дж. Дж. Томсона, движению электрона в плоском магнетроне и, наконец, отвечающем будущему эксперименту движению электрона в цилиндрическом магнетроне с катодом малого радиуса.

Наряду с традиционными физическими задачами, содержание практикума включает в себя и решение задач физико-технологического характера, могущее стать и становящееся впоследствии предметом деятельности военно-научной работы курсантов. Пример такой задачи – разработка электростатического способа крепления легких образцов диэлектрических материалов, позволяющего обойтись без традиционно используемых для этого средств. Ориентационной основой для принятия технического решения здесь служит результат решения электростатической задачи, состоящей в расчете силы притяжения, возникающей в воздушном промежутке, разделяющем закрепляемый объект и плоский электрод конденсаторной структуры, на поверхность которого нанесена диэлектрическая пленка.

Отметим, что первоначально получаемое расчетное значение пондеomotorного давления на порядок превосходит его величину, определяемую опытным путем. Это с необходимостью заставляет, как это часто случается в решении задач научно-технологической деятельности, уточнить модель, а именно учесть шероховатость поверхности и различие модулей упругости сопрягаемых материалов. Важно и то, что материальное воплощение принимаемого решения требует выполнения одного из ключевых элементов научно-технологической деятельности – выбора рабочего материала нижнего электрода.

Целевая установка следующих за общей физикой, адресных по отношению к физике и технологии элементной базы электроники и фотоники дисциплин состоит в сформированности у обучающихся готовности к сущностному пониманию и конструктивному освоению физических основ и арсенала методов решения проблемных задач в перспективных направлениях научно-технологического развития.

В соответствии с этим приоритетное значение при изучении данных дисциплин придается деятельностному освоению основополагающих модельных представлений, логической структуры, методов и средств решения основных в рассматриваемом направлении типов задач.

Определяющими в отборе содержания обучения являются его основательность в информационном и методологическом аспектах, актуальность для профессиональной научно-технологической деятельности в ближайшей и отдаленной перспективах. Соответственно этому, главное внимание уделяется: в теоретической части – освоению электронной теории материалов, их структурно-чувствительных свойствам, электрофизике и оптике приборных структур, физическим основам и методам технологий, включая особенно перспективные в настоящее время нанотехнологии, в практическом плане – предметному освоению методов и средств

решения технологических проблем, проектированию на физическом уровне функциональных материалов и структур с необходимыми свойствами, их синтезу, анализу и диагностике.

Основной организационной формой освоения теоретического материала является учебное исследование, отражающее в содержательном и процессуальном аспектах профессиональную научно – технологическую деятельность.

В проектировании содержания и осуществлении образовательного процесса здесь отслеживаются следующие моменты. Во-первых, целостность процесса выполнения исследования – от выявления проблемы до соотнесения результатов ее научно обоснованного решения с запросами практики.

Во-вторых, отраженность логико-операциональной структуры научно-технологической деятельности в ее конкретных, приведших к значимым достижениям реализациях.

В-третьих, охват содержанием исследования всех основных компонентов решения, в качестве которых в рассматриваемой области выступают: физика, материалы, технология, применение.

В-четвертых, преемственность в развертывании содержания в учебном процессе как необходимое основание для активной включенности и продуктивности деятельности обучающегося в выполнении исследования. Это обеспечивается систематичностью в формировании требуемых для освоения знаний и умений.

В проектировании практикумов по рассматриваемым физическим дисциплинам предусматривается выполнение циклов учебно-исследовательских заданий, объединяемых по признаку общности объекта (классов объектов), или используемых в решении задач методов.

Циклы первого типа включают в себя задания, выполнение которых отражает решение основных типов задач в изучаемом направлении научно-технологической деятельности, циклы второго типа – задания, отвечающие в своем содержании различным областям применения реализуемых методов.

Так, выполнение одного из спроектированных циклов первого типа предусматривает решение задач анализа, диагностики и управления применительно к металлооксидным конденсаторным материалам и структурам. Выбор этого класса объектов обусловлен его значимостью в элементной базе электроники и доступностью целостного экспериментального изучения в условиях вузовской лаборатории [8].

Задачи анализа здесь состоят в установлении закономерностей явлений переноса заряда, способных пролить свет на определяющие токовые характеристики конденсаторов физические процессы, задачи диагностики – в выявлении и практическом использовании информативных в плане прогнозирования ресурса конденсаторов электрофизических параметров и характеристик, задачи управления – в выработке и экспериментальной проверке технологических рекомендаций по улучшению токовых характеристик.

Выразительным примером цикла второго типа является цикл, объединяющий в себе практико-ориентированные задачи по анализу строения различных функциональных материалов методами атомно-силовой и туннельной зондовой микроскопии. Существенно отметить, что реализуемое в логике проблемно-деятельностного подхода освоение физических основ, аналитических и технологических возможностей этих широко используемых методов нанотехнологий детерминируется необходимостью решения актуальных проблемных задач материаловедения и приборостроения в электронике и фотонике, а его результаты проявляют продуктивность в профессионально значимых результатах.

Рассматриваемое обновление содержания и организации выполнения практикумов с определенностью способствует реализации их образовательного потенциала, в силу открывающихся возможностей мотивации обучающихся, придания осваиваемому материалу

содержательной и методологической целостности и системности, конкретности, обращенности к передовым достижениям научно-технологического развития.

В заключение остановимся на организации в рамках обучения по выбранному для освоения направлению научно-технологической деятельности углубленного изучения определенной, представительной в информационном и методологическом аспектах тематики. Оно осуществляется посредством разработки и интеграции в содержание теоретической и экспериментальной подготовки отвечающих подлежащей освоению проблематики разделов и учебно– и научно-исследовательских заданий, придания соответствующей направленности военно-научной работе курсантов, проведения научно-практических семинаров с привлечением для этого ведущих в изучаемой области специалистов.

Предлагаемые разделы посвящены физике и технологии определенных классов функциональных элементов и структур электроники и фотоники. Они призваны к формированию у обучающихся достаточных для продуктивной познавательной и практической деятельности знаний в части физических эффектов, лежащих в основе принципа действия функциональных элементов, основ используемых в современных электроники и фотоники технологий, методов и средств.

Учебно- и научно-исследовательская работа курсантов в изучаемом проблемном поле направлена на приобретение ими умений и опыта самостоятельного овладения необходимыми для решения актуальных задач в научно-технологической деятельности знаниями, методами и техническими средствами. Это осуществляется через саму научно-технологическую деятельность, содержание и объем которой определяется из соображений, с одной стороны, необходимости и достаточности для решения проблемных задач и, с другой стороны, доступности её осуществления в условиях образовательного процесса в вузе.

Благодаря научно-практическим семинарам, проводимым ведущими в изучаемой области специалистами, обучающиеся приобретают возможность получить информацию о результатах мирового уровня в проводимых исследованиях, совершенствовании существующих и разработке новых профессионально значимых технологий, реальных тенденциях и перспективах научно-технологического развития.

Примером реализации сказанного в образовательной практике кафедры физики Военной академии связи им. С.М. Буденного является, например, обучение физике и технологии электрооптических и фотоэлектрических преобразователей на гетероструктурах полупроводников класса A^3B^5 , обеспечиваемое, наряду с внутривузовскими ресурсами, привлечением к образовательному процессу представителей Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе, Научно-технологического центра микроэлектронных и субмикронных гетероструктур РАН, Академического университета им. Ж.И. Алфёрова. Осваиваемый обучающимися содержательный контент включает в себя физические основы электроники гетероструктурных полупроводниковых светодиодов, лазеров, фотодиодов и солнечных батарей с функциональными элементами микро– и нанометровых размеров, их современные архитектуры и технологии получения, используемое в производстве научно-технологическое оборудование, экспериментальные методы и средства комплексной диагностики, историю становления и развития научной школы Нобелевского лауреата по физике, академика Ж.И. Алфёрова.

Список литературы:

1. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Научно-технологическое развитие как фактор и направляющая системного обновления военно-инженерного образования. – Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы VII международной научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, В.А. Митраховича, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2020. – С. 166-174.

2. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Совершенствование подготовки к научно-технологической деятельности как направление развития военно-инженерного образования. – Военная безопасность России: Взгляд в будущее: Материалы 6-ой Международной межведомственной научно-практической конференции научного отделения №10 Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – Т. 1. – С.70-79.

3. Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Формирование готовности к решению наукоемких профессиональных задач в свете интегративных целей управления процессом подготовки военно-инженерных кадров. – Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы VI межвузовской научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, В.А. Митраховича, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2019. – С. 124-131.

4. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Ресурсы развития научно-технологического направления в военно-инженерном образовании. – Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы VIII межвузовской научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2021. – С. 6-14.

5. Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе. – СПб.: ФТИ им. А.Ф. Иоффе. – 416 с.

6. Педагогический энциклопедический словарь / Главн. ред. Б.М. Бим-Бад. – М.: Российская энциклопедия, 2002. – 528 с.

7. Гуляев В.Н. Развитие теории и практики проблемно-деятельностного обучения в высшей военной школе. – Дисс...докт. пед. наук. – М., 2003. – 302 с.

8. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д., Жуков В.А. Проблемно-деятельностный подход к организации учебного процесса в военном вузе как средство формирования у курсантов методологической культуры. – Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы V межвузовской научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2018. – С. 39 – 46.

9. Жуков В.А., Пщелко Н.С. Формирование умений и опыта применения фундаментальных знаний к решению прикладных проблемных задач средствами физического образования. – Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы VII межвузовской научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, В.А. Митраховича, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2020. – С. 333 – 339.

10. Гладун А.Д. Физика как культура моделирования // Физическое образование в вузах, 1996. – Т. 2. – №3. – С. 41 – 45.

11. Остроумова Ю.С., Соловьев В.Г., Ханин С.Д., Яников М.В. Формирование опыта освоения содержания современных перспективных направлений научно-технического развития на основе фундаментальных знаний в обучении физике. – Псков: Псковский государственный университет, 2015. – 96 с.

12. Ханин С.Д., Хинич И.И. Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения целостности и результативности исследовательского обучения: Монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 108 с.

13. Саркисов С.В., Вакуненко В.А., Мусатов В.И. Научное обоснование внедрения системы краткосрочного планирования научной деятельности высших учебных заведений Министерства обороны Российской Федерации // Военный инженер. - 2019. № 3 (13). С. 3-9.

14. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Саркисова Е.А. Исследование лидерства в управленческой деятельности // Военный инженер. - 2022. № 2 (24). С. 66-75. – EDN VPQYDS.

15. Коновалов В.Б., Жогликов О.В., Дубинин С.В., Саркисов С.В. Применение аппаратных спектров для анализа процессов обучения «оператор-процесс обучения» // Военный инженер. - 2021. № 3 (21). С. 3-12.

Теоретический анализ методов определения зон интенсивности физической нагрузки в циклических видах спорта**Theoretical analysis of methods for determining zones of intensity of physical activity in cyclic sports**

Аннотация. В статье представлен анализ применения различных методик для определения интенсивности физической нагрузки в циклических видах спорта.

Abstract. The article presents an analysis of the use of various techniques to determine the intensity of physical activity in cyclic sports.

Ключевые слова: физическая нагрузка, интенсивность нагрузки, частота сердечных сокращений.

Keywords: physical activity, intensity of exercise, heart rate.

Введение

В настоящее время методики тренировок в циклических видах спорта существенно расширились. Доступны различные программы тренировок, учитывающие множество факторов (ЧСС, исходный уровень подготовленности занимающихся, возраст, количество тренировок и желаемый результат и др.) [2, 3, 7]. В связи с этим построение тренировочного процесса занимающихся физической культурой самостоятельно, значительно упростилось и осуществляется самостоятельно на основе типовых программ предлагаемых различными производителями мониторов сердечного ритма. Однако типовые программы построены в основном для наиболее популярных видов, таких как плавание, бег, езда на велосипеде и лыжных гонок, программы менее популярных циклических видов спорта раскрыта менее детально.

Зоны интенсивности определяются от мах ЧСС вводимого вручную и определяемые по стандартной формуле, без учета индивидуальных особенностей организма (ЧСС, функциональные резервы и др.). Что является не объективным и часто не позволяет строить оптимальный тренировочный процесс, что в конечном итоге может привести не только к не достижению цели тренировочного процесса, но привести к перетренированности и травмам.

Определение индивидуального мах ЧСС подход в построении тренировочного процесса позволяет достигать поставленных целей без неблагоприятных последствий.

Как и прежде показатели ЧСС являются наиболее распространенными критериями при построении тренировочного процесса. Несмотря на достижения спортивной медицины в области диагностирования состояния спортсмена (такие как измерение лактата в крови, МПК и др.) показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) остаются наиболее оперативными показателями состояния организма спортсмена и доступными в измерении, но многие занимающиеся не знают свое мах ЧСС и индивидуальные зоны интенсивности и еще большее количество не может их охарактеризовать [2].

Рассматриваемый нами метод определения индивидуальных зон интенсивности основан на связи между видом двигательной активности (видом спорта), интенсивностью нагрузки и физиологическими показателями во время ее выполнения.

Основные положения

Определение точных индивидуальных зон интенсивности проводится лабораторных условиях. Показатели ЧСС были и остаются самыми простыми и доступными показателями контроля за состоянием организма спортсмена при определении зон интенсивности самостоятельно, так как его изменения тесно связаны с комплексом физиологических изменений, возникающих под воздействием физической нагрузки.

Для измерения и упрощения контроля за направленностью тренировочных нагрузок по зонам интенсивности, целесообразнее исходить из максимальной индивидуальной частоты сердечных сокращений (мах ЧСС). Для спортсменов данный показатель можно определять по методу финского физиолога М. Карвонена (1918—2009) ., кроме возраста учитывающий индивидуальные различия в физическом состоянии. Максимальная ЧСС $z=220-x$. Нижний предел целевой зоны $v1=y+(z-y)*0.5$. Верхний предел целевой зоны $v2 =y+(z-y)*0.8$. Где x — возраст, y — ЧСС в покое.

Однако спортсмены пользуются только частью метода, определяя только мах ЧСС. Но метод Кайвонена имеет существенные недостатки – очень условное определение ЧСС мах, и самый основной недостаток это отсутствие учета специфических требований предъявляемых к функциональному состоянию спортсмена видом спорта.

Для более эффективного построения тренировочного процесса, контроля за тренировочными нагрузками по зонам интенсивности целесообразней опираться на максимальную индивидуальную частоту сердечных сокращений (мах ЧСС), для этой цели используют прямые методы определения мах ЧСС.

Для измерения ЧСС мах пальпаторным методом необходимо произвести измерения в течение 10 с сразу после нагрузки и умножить полученное значение на 6, так как измерение ЧСС на протяжении минуты не является объективным измерением ЧСС мах, так как происходит процесс восстановления и после 10 с. происходит резкий спад ЧСС [6]. Наличие пульсометра (монитора сердечного ритма) на начальном этапе (до появления у спортсмена чувства величины и интенсивности нагрузки, ЧСС) существенно облегчает решение задачи по индивидуализации тренировочных нагрузок и зон интенсивности.

В видах спорта, состоящих из нескольких дисциплин, мах ЧСС необходимо определять отдельно для каждой спортивной дисциплины, т.к. упражнения для различных мышечных групп вызывают различные реакции со стороны сердечно-сосудистой системы. Так, упражнения для рук относительно одинаковой интенсивности значительно больше увеличивают ЧСС, чем упражнения для ног. Так же и виды спорта оказывают влияние ЧСС, например, в плавании тело спортсмена поддерживает вода и влияние массы тела на скорость движения меньше, чем, например, в беге. В плавание в основном задействованы мышцы рук и плечевого пояса, что при работе одинаковой интенсивности будет иметь данные мах ЧСС выше, чем при езде на велосипеде, основная работа осуществляется за счет мышц ног.

Тренировочные нагрузки в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости принято разделять на четыре зоны относительной интенсивности [4], где биологическими критериями интенсивности являются показатели накопления молочной кислоты в крови и частота сердечных сокращений.

Первая зона 120-140 аэробная, потребление кислорода может возрасть до 50% от МПК (разминка-восстановление-поддержание).

Вторая зона 140-160 аэробная, потребление кислорода 50-80% от МПК (базовая развивающая).

Третья зона 160-180 аэробно-анаэробная, потребление кислорода более 80% от МПК (мощностная развивающая) причем 160-170 > аэробная, 170-180 > анаэробная.

Четвертая зона более 180 анаэробная, потребление кислорода близко МПК (вызывает значительные функциональные сдвиги в организме и обладает большим развивающим эффектом).

Описанный выше метод активно применяется специалистами многоборий входящих в программу олимпийских игр. Данный метод целесообразно применять при подготовке спортсменов военно-прикладных видов спорта, особенно военно-прикладных многоборий.

В таблице 1 представлена классификация тренировочных нагрузок и способов самостоятельного определения ЧСС мах и зон интенсивности индивидуальных тренировочных нагрузок.

Общие требования к подбору теста [6]:

необходимо вбрасывание в течение 2-3х минут;

к измерению ЧСС мах приступают только после наступления устойчивого состояния;

мах нагрузка при этом должна длиться от 30 до 60 секунд;

после окончания измерения ЧСС мах желательно проконтролировать процесс восстановления в течение 3х минут.

Таблица – 1. Определение ЧСС мах для спортсменов циклических видов спорта

№ п/п	Вид спорта	Определение ЧСС мах	
		вбрасывание	мах V
1	Плавание*	150-200 метров (80% от V мах)	ускорение на последних 50 м.
2	Бег*	800-1000 метров (80% от V мах)	с постепенным ускорением до мах V на последних 200 м.
3	Лыжные гонки**	спринт 1200-1500 м (80% от V мах)	ускорение на последних 400-500 м.
4	Гребля*	500 - 1000м (80% от V мах)	с ускорением на последних 100-250 м.
5	Велоспорт*	езда 5 минут, с постепенным увеличением скорости (80% от V мах)	последние 30 с. в финишном ускорении не вставая с седла.
6	Гиревой спорт*	толчок по длинному циклу 3 м. с постепенным увеличением темпа (80% от V мах)	последние 30 с. мах V

* длительность выполнения, вес отягощения, дистанция теста или интенсивность выполнения варьируется в зависимости от уровня подготовленности испытуемого

** дистанция для определения мах ЧСС в лыжных гонках предложена нами на основании примерного соответствия времени прохождения дистанции в л/г 1200-1500метров (2.30-3.30м) к л/а 1500метров (3.30-5.00)

Полученные результаты должны ложиться в основу дальнейшего тренировочного процесса, по каждой спортивной дисциплине в отдельности исходя из зон интенсивности (ЗИ) [5]. Исходя из наличия четырех зон интенсивности, индивидуальные границы пульса в каждой зоне рассчитывается по формулам:

ЗИ №1 = (мах ЧСС – ЧСС покоя*) x 0,6...0,7 + ЧСС покоя

ЗИ №2 = (мах ЧСС – ЧСС покоя) x 0,71...0,75 + ЧСС покоя

ЗИ №3 = (мах ЧСС – ЧСС покоя) x 0,76...0,8 + ЧСС покоя

ЗИ №4 = (мах ЧСС – ЧСС покоя) x 0,81...1,0 + ЧСС покоя

*где **ЧСС покоя** – среднее значение показателя пульса, измеряемого утром в покое лежа в течение 5-7 дней.

Эти данные ЧСС заносятся в память пульсометра или берутся за основу при пальпаторном методе и в дальнейшем на их основе строится весь тренировочный процесс. Необходимо иметь в виду, что данные ЧСС покоя не следует брать во время выполнения объемных микроциклов, когда полученные данные могут быть завышенными в связи с возможным недовосстановлением организма.

Заключение

Подводя черту под нашими предложениями, хотелось бы обратить внимание на индивидуализацию спортивной подготовки, без которой невозможно достижение высоких спортивных результатов. Определение индивидуальных зон интенсивности позволяют более качественно строить тренировочный процесс, избегая перетренированности и следовательно травм, и как следствие достигать максимально возможных результатов для конкретного спортсмена или комплектования команд для опять же рационального подбора тренировочных воздействий.

Список литературы:

1. Keys A, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Djordjević BS, Dontas AS, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Menotti A, Mohacek I, Nedeljković S, Puddu V, Punsar S, Taylor HL, Van Buchem FSP. **Seven Countries. A multivariate analysis of death and coronary heart disease.** Cambridge, MA; Harvard University Press, ISBN: 0-674-80237-3, 1980. 381 pp.
2. <http://cycleon.ru/>
3. <https://my.asics.com/>
4. Янсен Петер. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость: Пер. с англ. - Мурманск: Издательство "Тулома", 2006.
5. Е.Б. Мякинченко, В.Н. Селуянов. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта. — М.: ТВТ Дивизион, 2005.
6. Чоговадзе А.В., Бутченко Л.А. Спортивная медицина (Руководство для врачей). – М.: Медицина, 384 с., ил.
7. Борисов, А. А. К вопросу о влиянии физических нагрузок аэробной направленности на продолжительность активной жизнедеятельности человека / А. А. Борисов, В. А. Вакуненко // Военный инженер. – 2021. – № 3(21). – С. 64-70. – EDN QYYEYK.

Использование метода проектов в рамках формирования навыков научно-исследовательской деятельности в военном учебном заведении**Using the project method as part of the formation of research skills in a military educational institution**

Аннотация. В статье рассмотрены возможности и особенности использования метода проектов в рамках формирования навыков научно-исследовательской деятельности курсантов при изучении учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления» в военном ВУЗе; показаны варианты использования различных типов проектов; выделены общие требования к организации проектной деятельности при изучении указанной учебной дисциплины; представлены особенности формирования курсантских проектных групп. На примере преподавания учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления» авторы предлагают инновационный подход по реализации проекта. В статье подчеркивается, что непременным условием проектной деятельности является наличие заранее выработанных представлений о конечном продукте деятельности.

Abstract. The article considers the possibilities and features of using the project method as part of the formation of cadets' research skills in the study of the academic discipline "Automated Control Systems" in a military university; shows the options for using various types of projects; highlights the general requirements for the organization of project activities in the study of this academic discipline; presents the features of the formation of cadet project groups. Using the example of teaching the academic discipline "Automated control systems", the authors propose an innovative approach to the implementation of the project. The article emphasizes that an indispensable condition for project activity is the presence of pre-developed ideas about the final product of the activity.

Ключевые слова: проектное обучение, метод проектов, учебная дисциплина, проектная группа, научно-исследовательская деятельность.

Keywords: project training, project method, academic discipline, project team, research activity.

Одним из наиболее эффективных инструментов реализации компетентностного подхода к формированию навыков научно-исследовательской деятельности курсантов в процессе обучения курсантов является метод проектов.

Для курсанта проект – это возможность для максимального раскрытия своего творческого потенциала, развития самостоятельности, креативного мышления. Это шанс проявить себя, приложив свои силы для решения важной проблемы, возможность публично представить достигнутый общественно значимый результат, развить навыки научно-исследовательской деятельности, предложить свой способ решения проблемы. Вместе с тем для курсанта главная цель работы – это решение проблемы проекта, а не просто практическое применение полученных ранее теоретических знаний.

Для преподавателя учебный проект – это объединяющее дидактическое средство развития навыков научно-исследовательской деятельности у обучающихся, которое позволяет выработать умения и навыки проектирования, поиска и обработки информации, практического применения знаний, организации творческой деятельности и самореализации. Преподаватель обязательно

планирует учебно-воспитательный процесс, задумывается о развивающем эффекте, он прекрасно представляет, какие умения потребуются от курсантов, с каким предметным содержанием и дополнительными источниками информации им придется работать, какие личностные качества необходимо будет проявить.

Проектные технологии обеспечивают конкурентоспособность курсантов в освоении программ обучения, позволяют им быть в целом успешными как в самом военном учебном заведении, так и вне его, а также готовят их практически реализовывать полученные в процессе обучения академические знания, умения и навыки при прохождении дальнейшей службы.

Теоретическая составляющая проектной деятельности довольно хорошо изучена и проработана. Однако, недостаточно разработана методическая база для эффективного применения проектной деятельности при обучении отдельных дисциплин необходимых для развития навыков научно-исследовательской деятельности. Поэтому создание методических разработок и рекомендаций с использованием проектной деятельности при обучении отдельных дисциплин является актуальной [16].

Метод проектов был разработан в первой половине XX века на основе прагматической педагогики Джона Дьюи. Само понятие как «от души выполняемый замысел» в своей статье «Метод проектов» (1918) определил У. Килпатрик. Он основывает понятие проекта на «теории жизненного опыта» Д. Дьюи [7]. В 20-х годах XX века «Метод проектов» и его вариант «Дальтон-план» приобрели известность в различных странах, в том числе и в обучении в школах и вузах России.

На самом деле в России метод проектов был известен ещё до революции 1917 года. Группа российских педагогов под руководством С.Т. Шацкого работала по внедрению этого метода в образовательную практику. Проектное обучение в России также связано с именами П. П. Блонского, В. Н. Шульгина. После революции метод проектов применялся в школах по личному распоряжению Н. К. Крупской. Постановлением ЦК ВКП(б) 1931 г. метод проектов был осужден как чуждый советской школе и долгое время не использовался [11].

Конец 80-х - начало 90-х годов ознаменовалось изменением социально-экономической ситуации в России. В новых реалиях изменился взгляд на сущность человека и его роль в обществе, менялся и взгляд на образовательный процесс [6]. Метод проектов в обновленном виде стал вновь популярен в России. Теоретические основы внедрения метода проектов были разработаны в трудах Е. С. Полат [13].

Говоря о проектном обучении, необходимо разграничить понятия «метод проектов», «проектное обучения», «проектная деятельность». Под проектным обучением понимается весь комплекс дидактических, психолого-педагогических и организационно-управленческих средств, позволяющих, сформировать проектную деятельность обучающегося, т.е. научить его проектированию. Метод проектов можно рассматривать как способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы (технология), которая должна завершиться реальным практическим, оформленным тем или иным образом, результатом [13]. Учебный проект, согласно мнению Н.Ю. Пахомовой, это «и задание для учащихся, сформулированное в виде проблемы, и их целенаправленная деятельность, и форма организации взаимодействия учащихся с учителем и учащихся между собой, и результат деятельности как найденный ими способ решения проблемы проекта» [10].

Метод проектов дает возможность учащимся самостоятельно приобретать знания в процессе решения практических задач или проблем, которые требуют интеграции знаний из различных предметных областей. Если же говорить о методе проектов как о педагогической технологии, то с этой точки зрения данная технология предполагает совокупность различных творческих в своей основе методов: исследовательских, поисковых, проблемных.

Преподавателю в рамках проекта отводится роль консультанта, координатора, разработчика, эксперта [8; 10; 12, 17].

В основе каждого проекта лежит проблема, от которой мы отталкиваемся, инициируя деятельность, которая обуславливает мотив деятельности, направленной на ее решение [20]. Целью проектной деятельности становится поиск способов решения проблемы, а задача проекта формулируется как задача достижения цели в определенных условиях [10].

В настоящее время метод проектов получает все большее распространение. Эффективность его использования получила широкое признание и в нашей стране, и за рубежом. Он используется в ряде вузов страны, поскольку способствует решению целого ряда задач [19]:

- использование теоретических знаний в практической деятельности, нахождение разных способов решения проблем, оценивание реализуемости и эффективности проектов;
- использование проектной деятельности при написании научных статей, подготовке докладов, выступлений на конференциях;
- развития навыков научно-исследовательской деятельности у обучающихся;
- получение руководителями проекта дополнительного опыта погружения в реальную деятельность, наращивание и использование своего инновационного педагогического потенциала.

Существуют различные подходы к классификации проектов.

Как отмечает Н.Ф. Яковлева многообразие проектов может быть классифицировано по следующим типологическим признакам [15]:

- по доминирующей в проекте деятельности: научно-исследовательской, поисковой, творческой, ролевой, прикладной (практико-ориентированная), ознакомительно-ориентировочной и др.;
- по предметно-содержательной области: монопроект (в рамках одной области знания); межпредметный проект;
- по характеру координации проекта: непосредственный (жесткий, гибкий), скрытый (неявный, имитирующий участника проекта);
- по характеру контактов (среди участников одного учебного заведения, класса/курса, учебной группы, города и пр.);
- по количеству участников проекта;
- по продолжительности выполнения проекта: мини-проекты, краткосрочные и долгосрочные.

Мы считаем, что при изучении любой, технической учебной дисциплины возможно использование самых разных проектов, но наш выбор может оказать влияние на построение всего процесса обучения. Рассмотрим в качестве примера использование проектов, классифицируемых по продолжительности выполнения. Так, мини-проекты, укладываемые в одно занятие или являющиеся его фрагментом, особенно эффективны, например, на занятиях по изучению элементов технических систем. На них достигается развитие ряда навыков научно-исследовательской деятельности, позволяющих решать задачи в разнообразных ситуациях, включая ситуации связанные с военной деятельностью.

Авторами, совместно с коллегами кафедры «Систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры» Военного института (инженерно-технического) Военной академии материально-технического обеспечения, была разработана тематика проектов при изучении дисциплины «Автоматизированные системы управления»:

- основы электросвязи;
- технические средства проводной связи;
- Организация и технические средства;

- Геометрическое представление сигнала и другое.

Для проверки предлагаемой гипотезы об использовании метода проектов рамках формирования навыков научно-исследовательской деятельности курсантов при изучении учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления» в военном ВУЗе, был осуществлен дидактический эксперимент. Он показал, что познавательная активность и результативность научно-исследовательской деятельности курсантов всех учебных групп значительно повысилась при отработке этих проектов [18].

Предлагаемый метод проектов, выглядит следующим образом. Краткосрочные проекты разрабатываются на 4-6 занятиях, которые используются для координации проектных групп, выполняющих основную работу по сбору информации, изготовлению проектного продукта и подготовке презентации. При использовании таких проектов возможно перестроить весь процесс проведения практических/лабораторных занятий. В таком случае весь курс подразделяется на разделы-блоки. Каждый блок – самостоятельный краткосрочный проект. Курсанты работают в своих проектных группах, выполняя свою часть проекта.

На первом занятии происходит ознакомление с темой, целью и задачами проекта, определяются пути решения. На последующих занятиях курсанты выполняют задания по решению поставленной проблемы, находят пути решения, осуществляют поиск недостающей информации, используют и совершенствуют приобретенные умения и навыки, что помогает развивать навыки научно-исследовательской деятельности. На заключительном занятии группы представляют и анализируют полученные результаты. Тематика данных проектов зависит как от содержания учебной дисциплины, так и от личных особенностей и возможностей самих курсантов и преподавателя. Краткосрочные проекты требуют использования проектных форм проведения занятий, отход от привычного построения лекционно-семинарской системы обучения, активных методов и приемов обучения.

Дополнительно существуют долгосрочные проекты - проекты, реализуемые в течение месяца или нескольких месяцев. На наш взгляд такие проекты хорошо подходят для написания курсовых и выпускных квалификационных работ, они могут служить в виде стартапов. При их использовании возможно как традиционное построение структуры курса, так и инновационное. Такие проекты могут выполняться как отдельными курсантами, так и проектными группами. Причем группы могут быть образованы не только курсантами одного курса.

Темы проектов могут выдвигаться:

- преподавателем, читающим учебную дисциплину;
- группой преподавателей/кафедрой при осуществлении межпредметных проектов;
- самими курсантами (индивидуально или группой) – в таком случае курсанты выступают в роли инициаторов и исполнителей проекта;
- внешним заказчиком – в этой роли может выступать предприятие, где курсанты проходят практику, общественная организация и т.д.

При осуществлении проекта в процессе изучения учебной дисциплины «Автоматизированные системы управления», основные этапы реализации остаются в целом традиционными для любой проектной деятельности. В самом общем виде можно выделить следующие этапы [15]:

- погружение в проект;
- организация деятельности;
- осуществление деятельности;
- презентация результатов.

Важным моментом является организация групп. На занятиях по изучению учебной дисциплины приходит постоянная учебная группа/курс, которая может быть поделена на

проектные группы для реализации моно-проекта. Эти проектные группы, в свою очередь, могут быть как постоянными (не меняются на протяжении всего времени изучения учебной дисциплины), так и временными. Руководителями таких проектов, как правило выступают преподаватели, ведущие данную дисциплину. Межпредметные проекты, в отличие от монопроектов, выполняются под руководством нескольких специалистов в различных областях знания. Такие проекты требуют квалифицированной координации и слаженной работы многих творческих групп, которые могут включать в себя курсантов разных учебных курсов. Межпредметные проекты могут быть как небольшими, затрагивающими два-три предмета, так и достаточно крупными, направленными на решение сложных проблем, требующих содержательной интеграции многих областей знания [14].

Обычно при изучении учебной дисциплины используются проекты с открытой, явной координацией, в которых деятельность организуется, направляется и контролируется неким лицом из числа участников - координатором. Достаточно интересными являются проекты со скрытой, неявной координацией, в которых координатор явно не обнаруживает функции организации и контроля, а выступает полноправным участником проекта, «подсказывающим», или «помогающим» в решении проблем. Преподаватель может делегировать часть своих полномочий координатору-курсанту и предоставить обучающимся высокую степень самостоятельности при реализации проекта.

Обучение проектированию и разработка проекта могут осуществляться с помощью специальных методов, выбор которых обусловлен спецификой изучаемой учебной дисциплины, особенностями проекта, личностными особенностями участников проекта и т.д.

Мы можем выделить общие требования к организации проектной деятельности при изучении учебной дисциплины:

- поставленная в рамках проекта проблема должна соответствовать содержанию дисциплины (дисциплин при реализации межпредметных проектов), но при этом она не должна носить чисто теоретический отвлеченный характер. Проект всегда должен иметь практическую направленность. Он способствует формированию навыков научно-исследовательской деятельности курсантов;

- проблема должна быть детально проработана и завершиться реальным практическим, оформленным тем или иным образом, результатом;

- проект должен быть выполним для курсантов и учитывать сформированные к данному моменту обучения уровень знаний, умений и навыков, а также особенности обучающихся;

- решение проблемы должно требовать дополнительных усилий, создавать условия для необходимости получения новых знаний и формирования новых умений;

- работа над проектом не должна осуществляться с использованием только традиционных форм, методов и приемов обучения. Использование метода проектов при изучении дисциплины может менять всю структуру построения процесса обучения для повышения качества развития научно-исследовательской деятельности обучающихся;

- важнейшей задачей преподавателя военного ВУЗа является создание условий для эффективной самостоятельной работы курсантов, организации самостоятельного поиска путей решения проблемы и анализа информации.

В целом проектный метод – один из эффективных способов формирования навыков научно-исследовательской деятельности, а также нравственно-ориентированной личности у курсантов военного училища, помогающий раскрыться творческому потенциалу обучающихся, выйти за рамки стандартного обучения, сформировать патриотические чувства и гордость за Родину. В свою очередь, работа над проектом способствует получению знаний, формированию

навыков и умений, необходимых для успешной военной службы выпускников военных училищ нашей страны.

Список литературы:

1. Волков И.П. Цель одна – дорог много: проектирование процессов обучения. – М.: Просвещение, 1990. - 159 с.
2. Выготский Л.С. Педагогическая психология. - М.: Педагогика, 1991. - 480 с.
3. Дьюи Д. Демократия и образование. - М.: Педагогика-Пресс, 2000. - 383 с.
4. Жилина Т.Н., Зинченко Н.Н., Флеенко А.В. и др. Проектная деятельность по географии в школе: методическое пособие. - Томск.: Интегральный переплет, 2021. – 151 с.
5. Заир Бек Е.С. Основы педагогического проектирования. – СПб, 1995. – 324 с.
6. Каргина Е.М. Метод педагогического проектирования: история и современность: моногр. / Е.М. Каргина. – Пенза.: ПГУАС, 2014. - 212 с.
7. Килпатрик, Вильям Хэрд. Метод проектов: Применение целевой установки в педагогическом процессе. - Ленинград.: Брокгауз-Ефрон, 1925. - 43 с.
8. Колесникова И. А. Педагогическое проектирование: учебное пособие для высших учебных заведений. М: Издательский центр «Академия», 2005. - 288 с.
9. Михалкина Е.В., Никитаева А.Ю., Косолапова Н.А. Организация проектной деятельности: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Южный федеральный ун., 2016. – 146 с.
10. Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: АРКТИ, 2005. - 112 с.
11. Пелагейченко Н. Л. История возникновения и развития метода проектов. Метод проектов в Советские времена (1920–1930 годы)//Технология. Всё для учителя! – 2013. - № 3 (3) март. – С.2-7. (эл. вар.)
12. Подругина И.А., Ильичева И.В. Проектно-исследовательская деятельность: развитие одаренности: монография. - М.: МПГУ, 2020. - 299 с.
13. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В., Петров А. Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. М: Издательский центр «Академия», 2002. – 272 с.
14. Тимошенко О.А. Реализация военной компоненты через метод проектов в условиях реализации ФГОС. - М.: МСВУ, 2016.
15. Яковлева Н.Ф. Проектная деятельность в образовательном учреждении. Учебное пособие. - М.: ФЛИНТА, 2014.
16. Саркисов С.В., Вакуненко В.А., Мусатов В.И. Научное обоснование внедрения системы краткосрочного планирования научной деятельности высших учебных заведений Министерства обороны Российской Федерации // Военный инженер. - 2019. № 3 (13). С. 3-9.
17. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Саркисова Е.А. Исследование лидерства в управленческой деятельности // Военный инженер. - 2022. № 2 (24). С. 66-75. – EDN VPQYDS.
18. Коновалов В.Б., Жогликов О.В., Дубинин С.В., Саркисов С.В. Применение аппаратных спектров для анализа процессов обучения «оператор-процесс обучения» // Военный инженер. - 2021. № 3 (21). С. 3-12.
19. Пашкин С. Б., Саркисов С.В., Радюкин Е.Е., Саркисова Е.А. Комплект свернутых информационных конструкций и схем для запоминания по психологии и педагогике // ВИ(ИТ). - СПб., 2019. – 84 с.
20. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Минко А.Н. Саркисова Е.А. Мотивация профессиональной деятельности: учебно-методический комплекс. - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2021, - 29 с.

Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д.
Kostarev S.V., Ostroumova Yu.S., Khanin S.D.

Проектно-исследовательская организация учебно-познавательной деятельности курсантов военно-инженерного вуза как средство подготовки их к научно-технологическому решению профессиональных задач

Design and research organization of educational and cognitive activities of cadets of a military engineering university as a means of preparing them for Scientific and technological solution of professional problems

Аннотация. Раскрываются возможности, открываемые в подготовке курсантов военно-инженерного вуза к наукоемкой профессиональной деятельности организацией образовательного процесса, как проектно-исследовательского. Показывается, что этот подход может быть распространен на всю учебно-познавательную деятельность. Для каждого из видов подготовки конкретизируются действия субъектов образовательного процесса. Представляются направленные на практическую реализацию образовательного подхода методические разработки.

Abstract. The possibilities opened up in the preparation of cadets of a military engineering university for high-tech professional activities by organizing an educational process as a design and research are revealed. It is shown that this approach can be extended to all educational and cognitive activities. For each type of training, the actions of the subjects of the educational process are specified. Methodical developments aimed at the implementation of the educational approach are presented.

Ключевые слова – наукоемкая профессиональная деятельность, организация подготовки военно-инженерных кадров, проектно-исследовательский метод.

Key words – knowledge-intensive professional activity, organization of training of military engineering personnel, design and research method.

Одной из основных тенденций в профессиональной деятельности военных специалистов в современных условиях является повышение её наукоемкости во всех основных сферах. В сфере эксплуатационной деятельности перед военным инженером с необходимостью встают задачи повышения эффективности использования часто основывающихся на новых научных принципах сложных комплексов вооружения, военной и специальной техники, прогнозирования их ресурса, что выразительно было показано в работе [1].

В части проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности неуклонно возрастает роль научной инженерии как средства конструирования и создания функциональных объектов с требуемыми свойствами.

В сфере исследований приоритетное значение приобретает деятельность, направленная на совершенствование существующих и создание новых прогрессивных технологий [2], осуществление и военно-научное сопровождение которой требует подготовленности военного специалиста к получению и конструктивному применению научных знаний.

Наконец, в организационно-управленческой сфере наукоемкость деятельности военного специалиста возрастает в связи с расширяющимся в ней применением современных цифровых информационных технологий.

Откликом военно-инженерного образования на происходящие в профессиональной деятельности изменения должно быть соответствующее педагогико-технологическое обеспечение подготовки курсантов к решению наукоемких профессиональных задач [3-7].

Центральная идея настоящей работы состоит в организации учебно-познавательной деятельности курсантов как проектно-исследовательской.

Для определения и обоснования указанного подхода к организации образовательного процесса в военно-инженерных вузах использовался широкий круг научных методов, как теоретических, так и экспериментальных [21]. В части теоретических основными служили методы информационно-аналитической деятельности в пространстве психолого-педагогической, научно-методической и профильной в подготовке военных специалистов литературы, изучение и анализ передового опыта организации образовательного процесса в системе военно-инженерного образования, моделирование, статистические методы обработки опытных данных, экспериментально – психодиагностические методы (анкетирование, беседы с преподавателями и научными сотрудниками вузов, наблюдение за учебным процессом) [23], личное преподавание с использованием проектно-исследовательского метода обучения, предполагающего детерминацию деятельности обучающихся решением актуальной для практики проблемы (проектная составляющая), которое с необходимостью осуществляется как исследование с использованием всех требующихся для его выполнения ресурсов (исследовательская составляющая) [6].

Достоинствами проектно-исследовательского обучения в рассматриваемом аспекте являются:

- соответствие характеру подлежащей освоению научно-технологической деятельности;
- востребованность интегративного единства фундаментальных и прикладных знаний;
- развертывание содержания обучения в логике конструктивной поисково-познавательной деятельности;
- содержательная и методологическая целостность деятельности обучающихся, задействованность в ней всех необходимых для решения поставленной проблемы форм и методов научного поиска;
- востребованность интегрированных полидисциплинарных знаний;
- осуществление подхода к обучающемуся как к самостоятельно познающему и действующему субъекту, а к его деятельности как к творческому процессу, предполагающему проявление индивидуального стиля мышления и действий;
- потенциал формирования личностного развития принципиально важных для военного специалиста профессионально-личностных качеств, включая стремление и способности к проблемно детерминированному самообразованию, конструктивной информационно-аналитической деятельности, субъектность, творческую самостоятельность в поиске и решении проблемных задач, системность в мышлении и действиях, коммуникативность.

Особо отметим ресурсность проектно-исследовательской деятельности в плане развития интеллекта, основных качеств мышления компетентного человека [8]: артикулированности, гибкости, своевременности в актуализации необходимых знаний, наличия как декларативных («Что?»), так и процедурных («Как?») знаний, знаний о собственном знании.

В общем плане нельзя не отметить соответствие построения образовательного процесса в логике проектно-исследовательского обучения реализации перехода образования от парадигмы обучения к парадигме учения [9].

В теории и практике обучения проектно-исследовательское деятельность выступает, главным образом, как форма организации внеаудиторной деятельности обучающихся [10]. Ведущая идея настоящей работы состоит в придании проектно-исследовательского характера всем видам учебной познавательной деятельности будущих военных специалистов, их теоретической и экспериментальной подготовке [22].

Единство подхода к различным видам подготовки позволяет наиболее полно реализовать потенциал проектно-исследовательского обучения в плане системного формирования принципиально важных для будущих военных специалистов умений и реализованного опыта:

- самоуправления в образовательной сфере: определения необходимого для освоения материала, нахождения и использования адекватных стоящим задачам самообразования ресурсов;
- проблемно-ориентированного поиска и анализа информации, конструирования нового знания в изучаемом проблемном поле;
- практикоориентированной исследовательской деятельности;
- применения полученных знаний в целях конструктивного решения значимых для практики задач;
- критически-рефлексивного анализа полученных результатов и процесса их достижения;
- конструктивной коммуникации в командной продуктивной деятельности.

Результативность проектно-исследовательского обучения в значительной степени определяется предметным содержанием, на которое оно опирается. Перспективным в рассматриваемом аспекте, как показывает опыт подготовки будущих военных инженеров-связистов, является, в частности, содержание радиофизики в части физики и технологии материалов и компонентов электроники и фотоники.

Целесообразность привлечения указанного материала в качестве предметной основы проектно-исследовательского обучения обусловлена рядом принципиально важных качеств его содержания:

- актуальностью, личностно-смысловой значимостью изучения, новизной приобретаемых фундаментальных и прикладных знаний, что способствует мотивации к обучению, являющейся едва ли не самой острой проблемой образования в современных условиях;
- востребованностью фундаментальных знаний как источника и основы технологических новаций в рассматриваемой области, инновационностью в результатах их приложения.
- полидисциплинарностью содержания рассматриваемого материала, отвечающей современной научной деятельности, в которой говоря словами В.И. Вернадского, «специализируются не по наукам, а по проблемам».
- методологической представительностью научно-технологической деятельности в рассматриваемой области, представленностью всех основных видов и методов исследования, что придает деятельностному освоению её опыта характер целостного исследовательского обучения [11,12].
- неразрывностью исследовательского и проектного подходов к научно-технологической деятельности в рассматриваемом предметном поле.

Особо отметим наличие могущих служить направляющей для построения проектно-исследовательского обучения в данном проблемном поле таких важных для образовательного процесса информационных ресурсов как Нобелевские лекции последних лет, благодаря которым

«из первых рук» можно почерпнуть знания о методологии и логико-операциональной структуре деятельности, приведшей к значимым научно-техническим достижениям.

Конкретизируем реализацию проектно-исследовательского обучения в подготовке будущих военных специалистов. Сосредоточимся на примере освоения содержания физических основ и методов управления электронными и световыми потоками в полупроводниковых структурах с функциональными элементами микро- и нанометровых размеров.

В части теоретической подготовки построение проектно-исследовательского обучения состоит в последовательном выполнении субъектами образовательного процесса следующих действий:

- создания проблемной ситуации и её актуализации;
- постановки проблемной задачи в форме проектного задания;
- определения и освоения необходимой информации;
- освоения содержания концепции решения и изучения отвечающих ей его вариантов;
- детализации полученных знаний в их ключевых компонентах;
- критического анализа достигнутых результатов на предмет их соответствия запросам науки и практики и определения перспектив дальнейшего развития.

Следуя развиваемому подходу, предлагается построение теоретической подготовки осуществлять в три этапа:

- предваряющий аудиторные лекционные занятия постановочный этап, на котором посредством самостоятельной познавательной деятельности, посредством решения задач качественного и оценочного характера, обучающимися выявляется практически значимая, наукоемкая в своем решении проблема;
- лекционный этап, на котором постановка детерминирующей деятельность проблемы приобретает логически заверченный вид, раскрывается содержание выработанной концепции её решения и методология направленного на него процесса, отвечающих выработанной концепции вариантов решения и достигнутых в их реализации результатов;
- постлекционный этап, цель которого состоит в конкретизации полученных знаний и критическом анализе достигнутых результатов, а также определении и обосновании видимых перспектив, что в силу характерной для изучаемой проблематики множественности направлений решения проблемы, может осуществляться как в индивидуальной, так и в коллективной групповой работе в едином проблемном поле.

Принципиально важным является придание содержанию лекционных занятий на всех этапах методологической направленности, отражение в нем логики, методов и средств современной научно-технологической деятельности в их конкретном проявлении.

Рассмотрим в качестве примера изучение в лекционном курсе основ физики и техники полупроводниковых инжекционных лазеров, способных функционировать в непрерывном режиме при комнатной температуре, осуществляемое с опорой на Нобелевские лекции по физике Ж.И. Алферова и Г. Кремера [13,14]. На первом этапе в логике задачного подхода, с необходимостью предполагающего приложение имеющихся знаний в новой ситуации, курсанты выясняют ограниченность возможностей известных им р-п гомопереходов в рассматриваемом аспекте и приходят к выводу о неприменимости их для достижения поставленной цели, в силу присущих им оптических и электрических потерь и, соответственно, высоких значений пороговой плотности тока. Отсутствие у студентов необходимых подходов к достижению лазерного эффекта при заданных условиях создает проблемную ситуацию, разрешение которой требует новых для курсантов знаний. В методическом плане здесь существенна

востребованность и, соответственно, развитие умений соотносить имеющиеся физические знания с запросами практики.

Подытоживая работу курсантов, сформулировав совместно с ними проблему снижения пороговой плотности тока инжекционных полупроводниковых лазеров, преподаватель на лекции определяет и обосновывает концепцию её решения – использование двойных гетероструктур с узкозонной активной областью как проявляющих целый ряд способствующих достижению лазерного эффекта фундаментальных физических эффектов: односторонней инжекции, сверхинжекции, электронного и оптического ограничения, и определяет возможности практического использования этих эффектов. Особое внимание уделяется квантово-размерным эффектам в гетероструктурах с активной областью нанометровых размеров, являющихся в настоящее время наиболее эффективными и перспективными в плане создания полупроводниковых лазеров.

Освоение физических основ полупроводниковых гетеролазеров осуществляется средствами инженерии электронных спектров – конструирования зонных диаграмм гетероструктур и анализа протекающих в них электронных процессов, что делает его предметным уроком решения практически значимых проблем посредством востребованного в научно-технологической деятельности моделирования реальных объектов и процессов.

Предметом изучения и обсуждения на завершающем этапе являются материаловедческие и технологические аспекты физики и техники полупроводниковых структур гетеролазеров, включая образование массивов квантовых точек посредством самоорганизации и современные методы нанодиагностики. На этом этапе перед студентами раскрывается опыт воплощения научно обоснованного решения в материальные формы, критического анализа достигнутых результатов и определения перспективных направлений дальнейшего развития.

Проектно-исследовательская направленность содержания экспериментальной подготовки в процессе обучения обеспечивается следующим.

Во-первых, детерминированностью содержания заданий практикума решением проектной проблемы.

Во-вторых, исследовательским характером деятельности обучающихся при экспериментальном решении задач во всех его звеньях.

В-третьих, структурой содержания практикума, строящегося из циклов заданий, объединенных общей, практически значимой целью.

Последовательность действий и отвечающие им этапы в части экспериментальной подготовки в логике проектно-исследовательской деятельности состоит в следующем:

- анализе результатов выполнения стартовой, традиционной в своей постановке работы лабораторного практикума на предмет их актуального практического применения и постановке проектного задания (постановочный этап);
- информационно-аналитической работе, направленной на выбор объектов и метода (методики) экспериментального решения проблемной задачи проекта (ориентировочный этап);
- проведении запланированного эксперимента и анализ его результатов на предмет соответствия целевым установкам проектного задания (процедурный этап);
- принятии решения проблемы и его верификация;
- защите полученных результатов.

Существенными здесь представляются следующие моменты. Во-первых, придание выявлению возможностей технического применения изучаемых в практикуме явлений статуса обязательной составляющей выполнения заданий.

Во-вторых, готовность преподавателей к содействию обучающимся в выявлении практического значения получаемых результатов, что может быть осуществлено, в частности, в

форме обсуждения определенных, составляющих логическую цепочку вопросов, ответы на которые в их совокупности с определенностью подводят обучающегося к целевой установке цикла.

В-третьих, высокий уровень познавательной самостоятельности курсантов при определении и обосновании критериев выбора материалов и компонентов, необходимых для решения научно-технологической проблемы, выборе опытного объекта, методов и средств экспериментальной деятельности, её реализации и соотнесении полученных результатов с запросами практики.

Наконец, востребованность критического анализа используемой информации, аргументированности принимаемых решений, готовности к обоснованной защите своего решения и его корректировке при наличии обоснованных соображений и контрдоводов.

В качестве примера реализации проектно-исследовательского обучения в экспериментальной подготовке приведем цикл заданий лабораторного практикума, посвященный проблеме создания полупроводниковых датчиков ультрафиолетового излучения [15-17].

Выполняя учебное задание практикума по экспериментальному определению фотоэлектрических свойств кремниевых фотодиодов, студенты устанавливают, что спектральная область фоточувствительности изучаемых образцов простирается в область ультрафиолетового излучения, хотя здесь она существенно ниже, чем в ИК-диапазоне. В этой связи осуществляется актуализация решения указанной проблемы как необходимого в различных областях науки и техники. В качестве основного параметра, требующего своего достижения, выступает токовая фоточувствительность, определяющего её процесса – оптическая межзонная генерация заряда в полупроводнике, а наиболее перспективных структур – структуры «металл-полупроводник» с барьером Шоттки и структуры «металл-диэлектрик-полупроводник». В силу этого, критериальным в отборе перспективных для решения проблемы опытных образцов является соответствием ширины запрещенной зоны полупроводника шотткиевских диодов энергии квантов ультрафиолетового излучения, как это имеет место у карбида кремния, нитридов галлия и алюминия.

Наконец, возвращаясь к стартовому заданию, анализируются возможности использования для достижения поставленной цели фоточувствительных в видимой области спектра кремниевых фотодиодов как обладающих высокой стабильностью свойств и устойчивостью к воздействию электромагнитного излучения высокой интенсивности. Этот подход реализуется посредством применения преобразующих ультрафиолетового излучения в видимое оптических стекол с молекулярными кластерами металлов и полупроводников [18].

Особое внимание уделяется использованию для создания фотопреобразователей ультрафиолетового излучения наноструктурированных полупроводниковых материалов: нанокристаллических пленок нитрида алюминия, нанопористых широкозонных полупроводников, аморфного гидрогенизированного кремния с нанокристаллическими включениями.

Остановимся далее на построении в логике проектно-исследовательского обучения внеаудиторной учебно-профессиональной деятельности обучающихся. При всем разнообразии её проблематики и возможного хода выполнения она включает в себя ряд обязательных, составляющих инвариантную в процессуальном аспекте часть деятельности, компонентов, что позволяет выделить следующие её этапы: постановочный, ориентационный, исследовательский, разработческий, презентационный.

Содержание деятельности курсантов на этих этапах, задачи и формируемые в процессе их решения умения представлены в таблице 1.

Особая роль отводится проводимым семинарам, на которых обучающиеся должны, руководствуясь теоретическими знаниями, аргументированно обосновать предлагаемые ими решения отвечающей проектному заданию научно-технологической проблемы соответственно осуществляемому этапу.

Таблица 1.

Содержание учебно-профессиональной деятельности курсантов и формируемые в процессе её выполнения умения

Этапы учебно-исследовательской деятельности	Содержание деятельности курсантов	Умения, формируемые у курсантов
Постановочный	Выявление подлежащей решению проблемы. Постановка проектного задания и задач, решение которых необходимо для его выполнения. Определение содержания исследовательской составляющей задания. Формирование рабочей группы	Выявление и постановка профессионально значимой актуальной проблемы. Сущностное видение научной составляющей решения проблемы. Коммуникативные умения.
Ориентационный	Самообразование в заданном проблемном поле. Сбор и анализ необходимой информации. Определение подходов к решению проблемы и необходимых для него методов. Стратификация проблемы на задачи и распределение их решения между участниками рабочей группы	Умения проблемно-детерминированных самообразования и конструктивной информационно-аналитической деятельности.
Исследовательский	Проектирование и реализация программы практико-ориентированных исследований. Анализ полученных результатов.	Исследовательские умения практикоориентированной экспериментальной и теоретической деятельности.
Этапы учебно-исследовательской деятельности	Содержание деятельности курсантов	Умения, формируемые у курсантов
Разработческий	Принятие обоснованного решения и его практическая реализация; Проверка эффективности принятого решения. Соотнесение полученных результатов с проектируемыми.	Умения применения научных знаний для решения практических задач и его материального воплощения. Умения критического анализа полученных результатов и процесса их достижения.
Презентационный	Представление полученных результатов в принятых для этого формах.	Умения аргументированной защиты результатов осуществленной деятельности.

В качестве примера рассмотрим содержание осуществляемого на ориентационном этапе семинара, посвященного решению проблемы создания модуляторов (ограничителей) лазерного

излучения на основе полупроводниковых микро- и наноструктур [19]. Предлагаемые задания формулируются следующим образом: определите изменение коэффициентов оптического поглощения и пропускания “1” при воздействии “2” (здесь 1-объект, 2-воздействующий фактор). В качестве объектов изучения здесь выступают объемные полупроводники, квантово-размерные полупроводниковые структуры, бистабильные системы с фазовым переходом “полупроводник-металл”, оптические композиты, воздействующего фактора – электрическое поле, термическое возбуждение, температура, электромагнитное излучение [18,19].

В процессе выполнения заданий студенты анализируют модели нелинейных электрооптических, термооптических и фотоиндуцированных оптических эффектов в указанных системах на предмет выявления возможностей их использования для решения поставленной проблемы.

При оценке представленных на семинаре результатов особое внимание уделяется уровню сформированности у студентов умений использовать фундаментальные знания (модельные представления) для решения научно-технологических проблем, аргументированной защиты предлагаемого решения, критического индивидуального и коллективного анализа полученных результатов и процесса их достижения.

Результаты постановочного семинара служат основой для определения тематики самостоятельной, имеющей учебно-профессиональный характер, проектно-исследовательской деятельности обучающихся.

В качестве примера тематики проектно-исследовательской работы рассмотрим задание по созданию чувствительного элемента люминесцентных волоконно-оптических датчиков ультрафиолетового излучения, необходимых для предупреждения взрыво- и пожароопасных ситуаций.

Одним из направлений решения указанной проблемы является использование люминесцентных волокон, содержащих полупроводниковые квантовые точки [20]. Достоинство последних состоит в возможности управления эмиссионными характеристиками квантовых точек посредством изменения их размера.

Выполнение данного проектно-исследовательского задания с необходимостью предполагает: в теоретическом плане – освоение физики оптических эффектов в системах пониженной размерности с пространственным квантованием энергии, определение критериев выбора полупроводникового материала, исходя из общетеоретических представлений, технологичности и требований к согласованию спектральных областей люминесценции и токовой фоточувствительности приемника, в экспериментальном плане – определение зависимости параметров спектральной характеристики люминесценции квантовых точек от варьируемых условиями получения их размера.

Как видно, будучи приведенным в единую по характеру и содержанию систему, проектно-исследовательское обучение способствует как профессионализации, так и фундаментализации содержания образования, формированию у обучающихся готовности к продуктивному применению научных знаний для решения значимых для личности и социума проблем и, что весьма важно в настоящее время, создает основания для профессиональной мобильности в современных динамично изменяющихся условиях.

Результаты исследования применены в практике обучения в Военной академии связи им. С.М. Буденного при проектировании и реализации учебных программ подготовки военных специалистов связи. При этом была доказана педагогическая целесообразность интеграции в образовательный процесс метода проектно-исследовательского обучения применительно ко всем видам подготовки. Наиболее значимым при этом результатом является повышение уровня

готовности будущих военных инженеров-связистов к научно-технологическому решению профессионально-инженерных задач во всех её основных компонентах.

Суммируя сказанное, можно заключить, что построение образовательного процесса как проектно-исследовательского представляет собой значимый ресурс совершенствования организации профессиональной подготовки военных специалистов на отвечающем вызовам времени уровне

Список литературы:

1. Звягин В.И., Птушкин А.И., Трудов А.В. Подготовка специалистов к эксплуатации комплексов военной техники: проблемы и пути решения // Военная мысль, 2018.- №11.-С.82-93.
2. Дежина И.Г., Пономарев А.К. От науки к технологиям: новые тренды государственной политики // Инновации, 2020.- 10(264). – С 30 – 40.
3. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Научно-технологическое развитие как фактор и направляющая системного обновления военно-инженерного образования. – Развитие военной педагогики в XXI в.: Материалы VII международной научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой В.А. Митраховича, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2020.- С. 166-174
4. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Совершенствование подготовки к научно-технологической деятельности как направление развития военно-инженерного образования.- Военная безопасность России: Взгляд в будущее: Материалы 6-ой Международной межведомственной научно-практической конференции научного отделения № 10 Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – Т. 1. –С 70-79
5. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Педагогико-технологическое обеспечение профессиональной подготовки военных специалистов в контексте реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. – Развитие военной педагогики в XXI в.: Материалы IV международной научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2017. – С. 128-135
6. Костарев С.В. Развитие педагогико-технологического обеспечения профессиональной подготовки будущих офицеров в военно-техническом вузе // Человек и образование. – 2015. - №3 (44). – С. 62-64.
7. Остроумова Ю.С. Совершенствование подготовки военно-инженерных кадров к решению наукоемких профессиональных задач: Монография . – СПб.: ВАС, 2019. – 240 с
8. Холодная М.А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – СПб., 2002. – 273с.
9. Костарев С.В., Остроумова Ю.С., Ханин С.Д. Ресурсы развития научно-технологического направления в военно-инженерном образовании. – Развитие военной педагогики в XXI в. : Материалы VIII международной научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2021.- С. 6-14
10. Сотник В.Г. Формирование исследовательской компетентности студентов в процессе организации самостоятельной проектно-исследовательской деятельности: Дисс... канд. пед. наук. – Санкт-Петербург, 2009. – 173 с.
11. Ханин С.Д., Хинич И.И. Освоение физики материалов и приборов электронной техники и проблема достижения целостности и результативности исследовательского обучения: Монография. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 108 с.

12. Ханин С.Д., Хинич И.И. Исследовательское обучение физическим основам электроники в подготовке педагогических кадров: Монография – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 127 с.
13. Алферов Ж.И. Двойные гетероструктуры: концепция и применение в физике, электронике и технологии (Нобелевские лекции по физике) // Успехи физических наук, 2002. – Т.172. – №9. – С.1072-1086.
14. Кремер Г. Квазиэлектрическое поле и разрывы зон. Обучение электронов новым фокусам (Нобелевские лекции по физике) // Успехи физических наук, 2002. – Т.172. – №9. – С.1087–1101.
15. Бланк Т.В., Гольдберг Ю.А. Полупроводниковые фотоэлектропреобразователи для ультрафиолетовой области спектра // Физика и техника полупроводников. – 2003. – Т.37. – №9. – С. 1025-1054.
16. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 596 с
17. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы / под ред. В.В. Лучинина, Ю.М. Таирова.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 552 с.
18. Чернаков Д.И., Сидоров А.И. Дозиметр УФ излучение с двойным спектральным преобразованием // Оптика и спектроскопия, 2017. – Т.122 №3. – С 76-80
19. Сидоров А.И. Физические основы и методы управления излучением в устройствах интегральной оптики: учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПб ГЭТУ «ЛЭТИ», 2007.- 78с.
20. Агафонова Д.С., Колобкова Е.В., Сидоров А.И. Люминесцентные волокна с квантовыми точками CdS (Se) для волоконно-оптического датчика искры // Письма в Журнал технической физики.- 2012.- Т.38. – Вып.22.- С.65-70.
- 21.Саркисов С.В., Вакуненко В.А., Мусатов В.И. Научное обоснование внедрения системы краткосрочного планирования научной деятельности высших учебных заведений Министерства обороны Российской Федерации // Военный инженер. - 2019. № 3 (13). С. 3-9.
- 22.Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Саркисова Е.А. Исследование лидерства в управленческой деятельности // Военный инженер. - 2022. № 2 (24). С. 66-75. – EDN VPQYDS.
- 23.Коновалов В.Б., Жогликов О.В., Дубинин С.В., Саркисов С.В. Применение аппаратных спектров для анализа процессов обучения «оператор-процесс обучения» // Военный инженер. - 2021. № 3 (21). С. 3-12.

Педагогический потенциал повышения качества профессиональной подготовки иностранных военнослужащих в адъюнктуре военной академии

Pedagogical potential to improve the quality of professional training of foreign military personnel in the postgraduate course of the military academy

Аннотация. Представлены результаты исследования процесса подготовки иностранных военнослужащих в Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва к освоению основных профессиональных образовательных программ адъюнктуры как системы с целью выявления педагогического потенциала развития их способностей к научной коммуникации на русском языке. Выявлены перспективы дальнейшего совершенствования системы подготовки иностранных военнослужащих к освоению программ адъюнктуры на основе формирования их готовности к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре. Доказана необходимость внесения содержательных корректив в рабочую программу дисциплины «Русский язык», обеспечивающих формирование готовности иностранных военнослужащих к научной деятельности в адъюнктуре.

Annotation. The results of the study of the process of training foreign servicemen at the Military Academy of Logistics to master the basic professional educational programs of adjunct as a system in order to identify the pedagogical potential of developing their abilities for scientific communication in Russian are presented. The prospects of further improvement of the system of training foreign servicemen to master the adjunct programs on the basis of their readiness to write academic letters in Russian for the beginning of training in the adjunct are revealed. The necessity of making meaningful adjustments to the work program of the discipline "Russian language", ensuring the formation of the readiness of foreign military personnel for scientific activity in the adjunct is proved.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, иностранные военнослужащие, адъюнктура, научная коммуникация.

Keywords: professional training, foreign military personnel, adjunct studies, scientific communication.

По официальным данным изменения, происходящие во внешних связях Российской Федерации, в том числе её выход из Болонского процесса, только усилили интерес зарубежных абитуриентов к Российскому образованию. Так, на текущий учебный год Россия получила свыше двух тысяч заявок только из Европы, причём в число наиболее заинтересованных стран вошли: Болгария, Венгрия, Румыния, Словакия, Франция, а также вся Прибалтика [1].

Ещё больший интерес к Российскому образованию, в том числе в военному, проявляют дружественные России страны дальнего зарубежья. Профессиональная подготовка иностранных военнослужащих (далее – ИВС) дружественных России государств осуществляется в рамках обеспечения реализации государственной политики в области международных отношений, связанной с разработкой и производством продукции военного назначения, в том числе в области науки и образования. Одной из образовательных организаций, осуществляющих такую профессиональную подготовку, является Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва (далее – академия), в которой организован образовательный процесс как для специалистов и магистров, так и для адъюнктов. При этом подготовка кадров высшей квалификации из числа ИВС осуществляется в адъюнктуре академии, основные профессиональные образовательные программы (ОПОП) которой в 2022 году претерпели значительные изменения в связи с общероссийским переходом на новые

Федеральные государственные требования.

Вместе с тем согласно пункта 8 статьи 78 «Организация получения образования иностранными гражданами и лицами без гражданства в российских образовательных организациях» Федерального закона от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 07.10.2022) "Об образовании в Российской Федерации" [2] *«требования к освоению дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных граждан к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке, определяются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере высшего образования, по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере общего образования»* (далее – Требования).

Однако приказ Минобрнауки России от 03.10.2014 N 1304 "Об утверждении требований к освоению дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных граждан и лиц без гражданства к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке" (Зарегистрировано в Минюсте России 17.11.2014 N 34732), устанавливающий эти Требования, с 2014 года не обновлялся [3]. Поэтому мы можем констатировать явное противоречие между обновлёнными требованиями к освоению основных профессиональных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре и стагнацией Требований к подготовке к началу их освоения иностранными военнослужащими.

Более того, анализ положений приказа Минобрнауки России от 03.10.2014 N 1304 [3] показал, что они дифференцируют требования «в зависимости от направленности образовательной программы, по которой слушатель планирует обучение», но не учитывают уровень уже имеющегося у него образования и уровень образования, которое он планирует получить. Другими словами, имеющий общее образование кандидат на обучение в бакалавриате и имеющий образование уровня магистратуры кандидат на обучение в адъюнктуре должны освоить одну и ту же дополнительную общеобразовательную программу, если направленность их будущих образовательных программ не различается. Поэтому мы считаем, что новации в нормативных требованиях к подготовке кадров высшей квалификации в адъюнктуре [4-6] детерминируют переход на новый качественный уровень готовности ИВС к обучению на первом курсе адъюнктуры. Это означает, что содержание их подготовки на нулевом курсе должна качественно отличаться от содержания подготовки ИВС к первому курсу образовательных программ специалитета или магистратуры.

Новая ОПОП адъюнктуры уже с первого курса предполагает научную деятельность ИВС, направленную на подготовку к защите диссертации на соискание научной степени кандидата наук. При этом известно, что индивидуальный процесс работы над текстом диссертации ИВС неразрывно связан с процессом обсуждения его с потенциальными читателями, в том числе военными и военно-техническими кадрами других государств. Поэтому текст диссертации ИВС рассматривается как публичный продукт, а письмо – как процесс его нелинейного построения.

Вместе с тем составлению и оформлению текста диссертации адъюнктами из числа ИВС предшествует заблаговременная публикация ими в рецензируемых научных изданиях и в приравненных к ним научных изданиях научных статей, в которых изложены основные полученные лично ими научные результаты. Это, в свою очередь, предполагает публичное обсуждение научных текстов ИВС ещё до составления и оформления текста диссертации. Поэтому не подлежит сомнению потребность формирования готовности ИВС к академическому письму уже к началу первого курса обучения в адъюнктуре.

Следовательно, одним из важнейших направлений совершенствования программы нулевого курса, предшествующего ОПОП подготовки кадров высшей квалификации из числа ИВС является их обучение академическому письму на русском языке. Так, в отличие от нулевого курса, предшествующего специалитету, подготовка будущих адъюнктов по дополнительным общеобразовательным программам к написанию ясного, ёмкого и убедительного научного текста необходима с самого начала освоения рабочей программы дисциплины «Русский язык» на нулевом курсе обучения. Это предопределяет научно-обоснованные коррективы в структуру и содержание рабочей программы дисциплины (РПД) «Русский язык», которая должна принципиально отличаться для будущих адъюнктов. Необходима разработка уровневого компонента учебно-методического комплекса дисциплины «Русский язык», учитывающий междисциплинарный подход по направлению профильных научных направлений подготовки в адъюнктуре академии.

Актуальность данной работы подтверждаются тем, что с 1 марта 2023 года вступает в силу Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 N 629 *"Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам"* [7]. Введение новых требований детерминирует переработку дополнительным общеобразовательным программам, в том числе для подготовки ИВС на нулевых курсах, предшествующих как специалитету, так и адъюнктуре. Поэтому мы считаем, что объективная потребность в обновлении и практической реализации дополнительных общеобразовательных программ ИВС (нулевой курс подготовки к адъюнктуре) обуславливают научный поиск наиболее эффективных путей формирования их компетенций в области академического письма с целью дальнейшего успешного освоения ими ОПОП адъюнктуры.

Формирование готовности ИВС к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре – область научных исследований, направленных на решение проблем межнациональной коммуникации ИВС в российском научном сообществе. В настоящее время научная коммуникация не ограничивается национальными, институциональными и даже дисциплинарными рамками, что особенно заметно в военно-научных группах и военно-научных сообществах с участием ИВС. Поэтому в основу выполнения спланированной нами научно-исследовательской работы изначально был положен антропологический подход к анализу современных направлений, методов и приёмов науки о языке с целью разработки научно обоснованных путей совершенствования способностей обучающихся к академическому письму на русском языке.

Вместе с тем в процессе исследования нами было выявлено, что увеличение объёма и содержания дидактических единиц в данном случае вступает в противоречие с ограниченностью учебного времени, отведённого на освоение РПД «Русский язык». Поэтому мы пришли к выводу в том, что необходимы изменения не только в содержании и структуре РПД «Русский язык», но и в организации подготовки ИВС на предшествующем адъюнктуре нулевом курсе. Данное доказывает потребность научного поиска потенциала роста качества подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры, кроющегося в организационных преобразованиях всех компонентов, влияющих на итоговый результат освоения ими ОПОП адъюнктуры [8-11].

Такой потенциал роста качества профессионального образования ИВС в рамках их подготовки к освоению ОПОП адъюнктуры, на наш взгляд, заложен в обеспечении внутренней целостности всех компонентов качества. Поэтому наше предположение состоит в том, что детерминантом появления, формирования и развития новых системных свойств системы профессиональной подготовки ИВС в адъюнктуре является унификация всех влияющих на качество компонентов в соответствии с целями профессионального образования.

При этом следует отметить, что в нашем исследовании *под унификацией компонентов*

качества профессионального образования ИВС в адъюнктуре нами понимается *обеспечение внутренней целостности компонентов системы качества* профессионального образования ИВС в адъюнктуре на основе *единства целей, организационных принципов, содержания, форм и методов обучения* [12, 13].

Исследуемая *система* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры многокомпонентна и имеет объективно заданную цель. При этом данная система функционирует в условиях воздействия на неё образовательной и военной сред. Система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры обладает системностью – свойством, подразумевающим наличие недетерминированных уникальных особенностей системы, обусловленных самопроизвольной перестройкой её структуры в результате динамики внешнего окружения. Следовательно, *система* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры является целостной и неразрывной совокупностью всех своих элементов, для которой важнейшее значение имеют такие основные свойства системности, как: целостность, функциональность, структурность, иерархичность, устойчивость при взаимодействии с внешним окружением, обусловленное «принципами материалистической диалектики» [12, 13].

Система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры обладает специфическими свойствами и качествами, среди которых следует отметить целостность и обособленность, выделяющая систему из внешнего окружения [12, 13]. При этом для целостности, в определении системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры как совокупности взаимозависимых элементов, образующих единое целое, которое выполняет определённую функцию, существенно то, что элементы должны быть взаимозависимыми и (или) взаимодействующими.

Причём определённые структурные элементы *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры могут быть объединены в «целое», однако это «целое» не является системой до выявления связей между элементами, определения её системообразующего фактора. Поэтому среди связей между составляющими систему подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры элементами, связи управления занимают особое место, поддерживая системообразование в соответствии с системообразующим фактором [12, 13]. При этом связи управления включают руководителей всех уровней и порядок их взаимодействия и их функции, которыми они воздействуют на организацию образовательной деятельности ИВС в адъюнктуре академии [14].

Следует отметить, что элементы с системообразующими связями формируют структуру, отражающую устойчивую упорядоченность *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры. Поэтому с принципом целостности тесно связан принцип структурности. В соответствии с ним система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры является «подсистемой организации, компонентами которой являются группы взаимодействующих участников образовательных отношений, а её функции заключаются в восприятии проблем и последующем выполнении действий, способствующих достижению цели – требуемого результата» [12, 13]. Следовательно, исходя из того, что термин «системный подход» определяет исследование объекта путём анализа его компонентов как элементов с системообразующими связями системы и влияния их друг на друга, предметом управления становятся структурные элементы системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры, воздействие на которые должно обеспечить достижение результата, соответствующего поставленной цели.

При исследовании *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры и её развития через характеристику взаимосвязей элементов и их функций выявляется её структура, что напрямую определяет специфику функционирования данной системы (деятельности системы в целом) [12-14]. Так, нами была выявлена полиструктурность системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры: каждая группа связей порождает производную структуру. Феномен полиструктурности обнаруживается тем, что каждый из структурных элементов

системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры принадлежит нескольким структурным компонентам более высокого уровня (подсистемам) исследуемой *системы* [12, 13].

Вместе с тем *система* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры должна рассматриваться как подсистема некоторой более крупной системы, при этом она может (в зависимости от своей структуры) включать подсистемы *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры, которые, в свою очередь, следует рассматривать как отдельные системы. Следовательно, при исследовании *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры наличие взаимосвязей между её подсистемами и с другими системами, рассматриваемыми как подсистемы системы более высокого порядка, указывает на её исключительно внутрисистемный (экзогенный) характер [12]. При этом важно и то, что взаимозависимость и (или) взаимодействие элементов *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры более низкого уровня основано на подчинительном характере связи с элементами более высокого уровня. В связи с этим принцип иерархичности означает, что каждый компонент системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры, в свою очередь, может рассматриваться как иная система, а исследуемая нами система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры представляет собой один из структурных компонентов системы более высокого порядка. Поэтому при анализе системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры принцип иерархичности реализуется нами посредством деления исследуемой системы на подсистему системы подготовки ИВС к освоению ОПОП академии и как подсистему системы подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре академии.

В рамках принципа взаимодействия системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры с внешним окружением выявляются проблема определения границ самой системы и проблема определения связей с внешним окружением. Причём связи и отношения с различного рода системными и несистемными образованиями окружающую систему среду имеют для исследуемой системы существенно-необходимое значение – без этих связей и отношений не представляется возможным функционирование и развитие системы [12, 13] подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры. При этом следует подчеркнуть, что изменение свойств объекта меняет его характеристики, что приводит к изменению самого объекта, а система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры имеет те же границы, что и система высшего уровня – система подготовки ИВС к освоению ОПОП академии.

Для *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры внешним окружением (средой) будут являться другие подсистемы профессиональной подготовки ИВС в академии. В то же время внешним окружением профессиональной подготовки ИВС в академии является комплекс социально-экономических и иных условий, норм и требований в областях военного образования, высшего образования, политики в области подготовки кадров для дружественных Российской Федерации государств, а также многое другое. При этом важнейшим аспектом взаимодействия является связь с подсистемой управления системы профессиональной подготовки ИВС в академии. Подсистема управления системой профессиональной подготовки ИВС в академии воздействует на *систему* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры как через подсистему управления подготовкой кадров высшей квалификации, так и через подсистему управления профессиональной подготовкой ИВС [12-14].

При этом нами учитывается, что подсистема управления системы профессиональной подготовки ИВС в академии является «участком системы в относительно неорганизованном» окружении. По мнению таких известных в области системных исследований деятелей науки, как И.В. Блауберг, Е.М. Мирский и В.Н. Садовский: «...окружение вновь создаваемых управленческих систем становится все более организованным (в том числе и системно организованным), и создание новых систем приводит к хаосу второго порядка» [12, 13].

Поэтому в проблеме взаимосвязей системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры с внешним окружением значение имеет процесс самоорганизации системы, являющийся источником преобразования, функционирования и развития системы [12, 13]. При этом разная степень участия различных подсистем (предметных, технических, программных, методических и др.) в деятельности системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры приводит к нарастанию противоречий во взаимодействии структурных элементов системы различного уровня, детерминирующих кризис. Поэтому «сравнительно малоорганизованное окружение» имеет непосредственное влияние на результат деятельности системы в целом [12].

Вместе с тем применение системного подхода при рассмотрении системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры обуславливает исследование её соотношения с различными существующими классификациями систем. Анализ системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры позволил сделать вывод, что это целостная, сложная, динамичная, целенаправленная, адаптивная, открытая, стремящаяся к постоянному, устойчивому состоянию система. В *системе* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры чётко выделяются уровни структурных элементов, связи различного характера, а также механизмы управления [12, 13].

Генезис поступательного развития специального факультета академии в периоды пандемии коронавируса, проведения военной специальной операции, а также в условиях постоянного расширения спектра заинтересованных в профессиональной подготовке ИВС стран дальнего зарубежья доказал особую роль подсистемы управления в задании импульса к самоорганизации личностных структур сознания педагогов и обучающихся как к источнику и механизму системно самоорганизуемого творчества обучения и учения, воспитания и самовоспитания [13]. При этом процесс перехода в иное качество личностного развития каждого участника образовательного процесса в указанных условиях был сопряжён с переживаниями осознания ситуации и определения своего места в ней. Поэтому, взяв за основу методологию системного подхода, мы направили свои исследования к постановке и решению проблем, связанных с выявлением закономерностей функционирования *системы* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры, которые способствуют её дальнейшему развитию как объекта управления. Таким образом, нами исследованы существующие в *системе* подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры процессы управления как формы и способов организации взаимодействия данной системы с её подсистемами и системами более высокого порядка [12, 13].

Вместе с тем в рамках нашего исследования системный подход применяется как теоретическая и методологическая рефлексия анализа существующих структурных элементов системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры и синтеза в плоскости структурно-функциональной иерархии – конструирование из имеющихся и интеграции недостающих подсистем и структурных элементов. Достижение целостности направленно на выполнение заданной цели системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры. Поэтому наша позиция состоит в том, что недостающей подсистемой исследуемой системы является подсистема *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре.

По нашему мнению, подсистема *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре по своим определённым целям, задачам и способам организации деятельности способна выступить в качестве ключевого фактора достижения требуемого результата на основе имеющихся ресурсов в соответствии с целью нашего исследования – повышения качества подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры. «Работая» на эту главную цель, подсистема *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре выполняет свои специфические функции.

При этом цель подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре определяется нами как её системообразующий фактор при условии диагностичной формулировки заданной цели, т.е. такой, «которая допускала бы их однозначную диагностику и вполне определённые возможности для принятия оптимальных решений» [12, 13]. Причём диагностичное определение цели представляется возможным при условии, если исходные понятия точно определены; явления, обозначаемые понятиями, поддаются измерению; результаты измерения поддаются соотнесению со шкалой и т.д.

Кроме того, в ходе исследования мы установили, что сущность подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре заключается не в соотношении содержания, формы и способов организации деятельности участников образовательной системы (что характерно для любой социальной системы), а в соотношении данной деятельности в целом с педагогическим результатом – развитием личности всех участников образовательного процесса [12, 13]. Так, исходя из положений деятельностного подхода (А.Н. Леонтьев), образование не может осуществляться вне деятельности: суть образования заключается в вовлечении обучающегося в определённую деятельность на соответствующих мотивах, в ходе которой и происходит изменение личности. Поэтому подсистема *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре как педагогическая система отличается от иных социальных систем спецификой в том, что её функционирование происходит на основе внутренних психических процессов обучающихся и педагогов, каждый из которых анализирует и формирует многообразные информационные потоки, исходя из своей индивидуальной, содержательной деятельности при решении тех или иных общих задач обучения [8, 12, 13].

При этом важно учесть тот факт, что если в штатной деятельности развитие личности субъекта выступает как побочный, сопутствующий продукт (результат), всецело подчинённый непосредственной цели деятельности, то в образовательной деятельности результат лежит в плоскости разрешения противоречия между целью-в-объекте и целью-в-субъекте, или в иной формулировке – между целями педагогическими деятельности и целями самих обучающихся [12, 13]. Следует отметить, что данное противоречие не встречается нигде кроме, как в образовательной деятельности. Поэтому оно является основным педагогическим противоречием, отражающим сущность подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры как системы [12, 13].

В результате мы установили, что система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры обладает эмерджентностью – особым интегративным свойством, которого нет у её подсистем. Системе подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры присущи свойства, принципиально не сводимых к сумме свойств её составляющих.

Рассмотрение подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре как системно сложноорганизованного объекта мы представляем в виде методологической инерции системного подхода. Следовательно, подобное позволяет нам не только опираться на диалектику и системно подходить к выделению объекта познания, но и методологической сатисфакции конструирования прогностической модели в имеющихся условиях. Цель разрабатываемой модели – *формирование готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре.

Следует отметить, что компоненты подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре выполняют свои специфические функции и действия для достижения заданных целей. При этом согласование целей компонентов с общесистемными целями и её компонентных функций с общесистемными

функциями предполагает совместимость противоречивых, разнокачественных и разноуровневых компонентов социальной системы [12, 13].

Компоненты подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре интегрируются под активным воздействием на них, что приводит к их преобразованию. В результате подобного взаимодействия образуется иное свойство, которое подчиняя, преобразовывает анализируемые компоненты (принцип иерархичности). Поэтому разнокачественность и противоречивость компонентов подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре не только важный фактор целостности, но и фактор движения в интегративной совокупности всех её аспектов и элементов: развития целостной стремящемуся к постоянному и устойчивому состоянию объекта [8, 12, 13]. Следовательно, решения относительно подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре и её компонентов и возможно, и необходимо принимать. Однако приниматься решения должны для достижения общесистемных целей, так как цель – это системообразующий фактор системы.

Моделирование подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре с точки зрения системного подхода даст возможность обеспечить целостность системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры: упрочнением связей уже существующих компонентов; развитием взаимодействия ранее не взаимодействующих компонентов; образованием новых компонентов и их связей или перегруппировкой имеющихся и т.д. В результате система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры приобретёт не присущие исходным объектам взаимодействия новые интегративные свойства, которые необходимы для достижения цели системы – повышения качества профессиональной подготовки ИВС [8, 12, 13]. Поэтому мы считаем, что моделирование подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре подразумевает разработку не только дидактических, но и организационно-методических и психолого-педагогических конверсий в существующей системе подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры.

Таким образом, исследование системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры показало, что:

система подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры – это целостная, сложная, открытая, динамичная, целенаправленная, адаптивная, устойчивая система, в которой чётко выделяются структурные уровни, присутствуют связи различного характера и качества, действуют механизмы управления;

особая роль в подготовке ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры принадлежит подсистеме управления, задающей импульс к самоорганизации личностных структур сознания педагогов и обучающихся как к источнику и механизму самоорганизуемого творчества обучения и учения, воспитания и самовоспитания;

дальнейшее совершенствование системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры обеспечит подсистема, нацеленная на *формирование готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре;

подсистема *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре позволит упрочить связи с позиции рефлексии: анализ имеющихся компонентов, развитие взаимодействия между прежде не взаимодействовавшими компонентами, образование новых компонентов и их связи (или реорганизация существующих) позволит обрести не присущие исходным компонентам объекта требуемые свойства, необходимые для достижения цели системы более высокого порядка – системы

профессиональной подготовки ИВС в адъюнктуре академии;

принципиальным отличием подсистемы *формирования готовности ИВС* к академическому письму на русском языке к началу обучения в адъюнктуре является перенос акцента с изучения разговорного русского языка на формирование их готовности научной деятельности в адъюнктуре, что позволит ориентировать все компоненты системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры академии на саморазвитие и самосовершенствование участников образовательного процесса;

в результате системного воздействия на все элементы качества подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры академии будет обеспечено адекватное регулирование различных связей между системными и несистемными образованиями системной среды: предметными, техническими, программными, методическими и другими компонентами, направленное на создание необходимых условий превращения образовательной деятельности в процесс развития личности обучающихся и педагогов.

В результате системного анализа системы подготовки ИВС к освоению ОПОП адъюнктуры мы пришли к выводу о необходимости решения новой научной педагогической задачи обеспечения внутренней целостности компонентов исследуемой системы. На наш взгляд, это позволит раскрыть педагогический потенциал повышения качества профессионального образования ИВС в академии в рамках установленных принципов государственной политики в области военно-технического сотрудничества Российской Федерации с иностранными государствами. Поэтому целью нашей исследовательской работы является повышение качества профессионального образования ИВС в адъюнктуре академии за счёт внедрения научно-обоснованных корректив в содержание и структуру их подготовки на нулевом курсе [8, 12, 13].

Список литературы:

1. К 2023 году Россия увеличит квоту для иностранных студентов до 30 тысяч мест/ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/46932/> (дата обращения: 17.10.2022).
2. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 17.10.2022).
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 3 октября 2014 г. N 1304 "Об утверждении требований к освоению дополнительных общеобразовательных программ, обеспечивающих подготовку иностранных граждан и лиц без гражданства к освоению профессиональных образовательных программ на русском языке". URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171055/ (дата обращения: 17.10.2022).
4. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 31 мая 2022 года N 309 «Об организации деятельности адъюнктуры военных образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования и научных организаций, находящихся в ведении Министерства обороны Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_421098/ (дата обращения: 17.10.2022).
5. Постановления Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно- педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_401943/ (дата обращения: 17.10.2022).
6. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре),

условиях их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_401141/ (дата обращения: 17.10.2022).

7. Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 N 629 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам" (Зарегистрировано в Минюсте России 26.09.2022 N 70226). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_427531/ (дата обращения: 17.10.2022).

8. Психолингвистический аспект процесса формирования иноязычной коммуникативной компетенции иностранных военнослужащих / Р. Е. Булат, Х. С. Байчорова, Е. Е. Строчкая // Русский язык в военном вузе. – 2022. – № 1(5). – С. 18-25. – EDN WKWJXH.

9. Развитие толерантности как фактор формирования межкультурной коммуникации иностранных военнослужащих в образовательных организациях силовых структур России / Р. Е. Булат, Х. С. Байчорова, О. Р. Соболева // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. – 2020. – № 3(48). – С. 27-35. – EDN KLODMD.

10. Формирование межкультурной коммуникативной компетенции иностранных военнослужащих на основе межэтнического взаимодействия на русском языке / Р. Е. Булат, Х. С. Байчорова, О. Р. Соболева // Военное образование в XXI веке: проблемы преподавания русского языка и дисциплин специальности в иностранной аудитории : Межвузовская научно-практическая конференция, Санкт-Петербург, 12 ноября 2020 года. – Военная академия материально-технического обеспечения: ООО "Р-КОПИ", 2020. – С. 127-136. – EDN NQYXJV.

11. Исследование уровня русскоязычной коммуникативной компетенции иностранного обучающегося в военном вузе / Р. Е. Булат, Х. С. Байчорова // Человек и образование. – 2018. – № 2(55). – С. 123-128. – EDN ALBPIH.

12. Системный подход к развитию очной формы обучения / Р. Е. Булат, А. Ю. Лебедев // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. – № 3. – С. 147-158. – EDN ABAVEA.

13. Качество высшего образования в вузе как педагогическая система / Р. Е. Булат // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. – 2015. – № 4(232). – С. 137-143. – DOI 10.5862/JHSS.232.16. – EDN VONRAJ.

14. Психолого-педагогический потенциал совершенствования системы управления качеством высшего образования / Р. Е. Булат, Х. С. Байчорова // Человек и образование. – 2020. – № 4(65). – С. 127-133. – DOI 10.54884/S181570410020505-0. – EDN GAVVNC.

**Методика педагогического проектирования автоматизированного учебного занятия с
учетом ведущей репрезентативной системы**

**The methodology of pedagogical design of an automated training session, taking into account the
leading representative system, is effective**

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы развития электронного обучения. Приведены теоретические основы педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем, обеспечивающих технологизацию автоматизированного учебного занятия и их внедрения с учетом ведущей репрезентативной системы обучающихся. Данное обучение рассматривается с позиций теории информации, теории систем, теории управления, педагогики и педагогической психологии, информатики, системотехники и эргономики.

Abstract. The prospects for the development of e-learning are considered. The theoretical foundations of pedagogical design of automated training systems providing technification of automated training sessions are given. Implementation of automated training sessions taking into account the leading representative system of students. These classes are considered from the standpoint of information theory, systems theory, management theory, pedagogy and pedagogical psychology, information science, system engineering and ergonomics.

Ключевые слова: электронное обучение, автоматизированная обучающая система, автоматизированное учебное занятие, педагогическое проектирование, ведущая репрезентативная система.

Keywords: e-learning, automated learning system, automated training session, pedagogical design, leading representative system.

Третье десятилетие XXI века по-прежнему характеризуется бурным внедрением во все сферы человеческой деятельности информационно-коммуникационных технологий, под которыми понимаются «информационные процессы и методы работы с информацией, осуществляемые с применением средств вычислительной техники и средств телекоммуникации» [1]. В сфере образования этот процесс сегодня обозначается понятием «электронное обучение», определяемым как «обучение с помощью информационно-коммуникационных технологий».

Категория «компьютерное средство обучения» (далее – КСО), исключающая рассмотрение телекоммуникационных средств и акцентирующая внимание на средствах обработки информации, определяется как программно-аппаратное средство, реализующее часть функций педагога и обеспечивающее интерактивное управление познавательной деятельностью обучаемых [2].

В процессе обучения КСО предполагает наличие двух субъектов, способных управлять учебной деятельностью обучаемых: обучающего и самой КСО, что и предопределяет необходимость внедрения КСО в структуру элементарной системы обучения (СО). Существует два варианта внедрения КСО в СО.

Первый вариант предполагает замену обучающего на компьютерные системы обучения. В этой системе единственным органом управления обучением является компьютерная обучающая система. Такой вариант внедрения компьютерных систем обучения определяется как система автоматического обучения.

Второй вариант предполагает взаимодействие обучающего с компьютерной системой обучения в процессе управления обучением. В этом случае органом управления становится автоматизированная обучающая система, которая представляет собой автоматизированную систему управления [3].

Единственным подходом к представлению содержания обучения в АУЗ (автоматизированном учебном занятии) остается сценарный подход. Процесс обучения представляется в виде последовательности эпизодов (шагов), каждый из которых включает три «кадра»: 1) кадр выдачи порции новой учебной информации (кадр «информация»); 2) кадр выдачи задания, диагностирующего усвоение этой порции информации (кадр «упражнение»); 3) кадр оценки результатов диагностики и принятия решения о переходе к следующему эпизоду (кадр «контроль») [4].

Различают три вида сценариев (обучающих программ): линейные, разветвленные и многоуровневые.

Линейный сценарий — это последовательность эпизодов, одинаковая для всех обучающихся. Разветвленный сценарий — это последовательность эпизодов, при которой обучающиеся могут продвигаться различными путями. Многоуровневый сценарий включают в себя несколько сценариев различных уровней сложности.

Для разработки АУЗ используют специальные инструментальные программные средства. При разработке сценариев АУЗ целесообразно учитывать психологические закономерности усвоения знаний, установленные в педагогической психологии и позволяющие повысить эффективность процесса обучения. Рассмотрим некоторые наиболее известные и «технологичные» теории усвоения.

Б.Ф. Скиннер разработал весьма технологичную методику обучения, названная линейным программированием. В основу данной методики заложена универсальная формула **С – Р – П**, где **С** - ситуация; **Р** - реакция; **П** - подкрепление.

Учебный материал разбивался на мелкие дозы, каждая из которых содержит одну ситуацию. Ситуации должны быть настолько простыми, чтобы реакции на них практически всегда были правильными.

Н.А. Краудер предложил увеличить объем информации, в схеме разветвленного программирования **И1, И2** на (рис. 1) с 2-3 строк до половины страницы. Типовая ситуация у Краудера состояла из вопроса (**В**) и трех вариантов ответов: 01 - правильный ответ, 02 - неточный ответ, 03 - неправильный ответ. При неточном ответе учащийся отправлялся к корректирующей информации (**К**), при неправильном - ему давалось разъяснение, помощь (**Р**). При правильном ответе учащийся получал положительное подкрепление (**П**) и переходил к следующей дозе информации (**И2**). Таким образом, схема разветвленного программирования, данную схему обучения можно применять для обучающихся с учетом ведущей репрезентативной системы (ВРС).

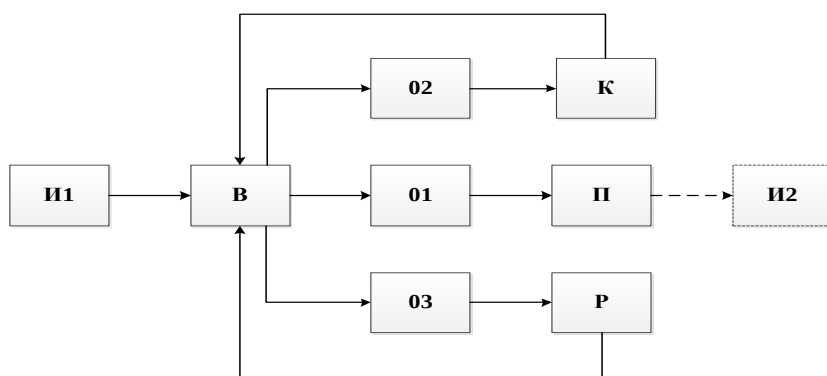


Рис. 1 - схема разветвленного программирования АУЗ

Новые технологии являются каналом, по которому знания достигают учащихся. Доставка знаний с помощью инструментов с технологической поддержкой имеет решающее значение для влияния на разных обучаемых. У учащихся разные стили познания материала, разные уровни вовлеченности и разные уровни мотивации во время обучения. Целью инструментов обучения с использованием АУЗ с учетом ВРС является активное вовлечение учащихся, а также мотивация их к продолжению обучения.

Проработка этих инструментов с точки зрения их содержания, функциональности, дизайна интерфейса и взаимодействия, а также фактический механизм доставки знаний имеют решающее значение для влияния на их эффективность.

Одни и те же обучаемые показывают на разных учебных предметах, а также на разных темах одного предмета различные и нестабильные уровни обученности и обучаемости, переменные скорости усвоения информации, и соответственно, разные темпы продвижения и уровни работоспособности; зависит это не только от интересов, мотивов и степени сосредоточенности, но и от соответствия вида изучаемого материала и способов его подачи особенностям мышления учеников и ведущим репрезентативным системам их памяти.

На практике типология обучаемых требует учета критериев двух типов. К первому типу относятся психофизиологические особенности мышления и памяти учеников, за которые отвечает ведущая репрезентативная система. Ко второму типу относятся психолого-педагогические критерии, которые отражают степень учебно-познавательной активности ученика такие как отношение к предмету, мотивы и воля [5].

Особенности влияния форм информации на ее прием человеком наиболее отчетливо сформулированы в нейролингвистическом программировании (НЛП). Под термином «репрезентативная система» (РС) понимается разновидность памяти, обеспечивающая кодирование и хранение информации. Различают следующие виды РС:

1) визуальную — опирающуюся на зрение;

2) аудиальную — базирующую на слухе;

3) кинестическую — отдающую предпочтение осязанию и обонянию. Теория НЛП определяет, что люди используют все репрезентативные системы, но только в одной из них, называемой ведущей, информация осознается [6].

Тип ВРС является врожденной характеристикой обучаемого. Возможное отрицательное влияние этой характеристики проявляется только в том случае, когда обучающее воздействие не соответствует типу ВРС. В нашем случае тип ВРС является той характеристикой, которая должна задавать форму предоставляемой обучаемому информации до ее передачи. Поэтому АУЗ является не показателем эффективности учебной деятельности обучаемого, а показателем эффективности деятельности обучения данной системы обучения, которая должна учесть тип ВРС обучаемого при выработке обучающих воздействий.

Каждый фрагмент АУЗ с учетом ВРС может иметь свой сценарий. Выбор той или иной схемы зависит от назначения АУЗ с учетом ВРС, особенностей учебного материала, особенностей приема информации обучающимся, возможностей инструментальной среды для подготовки АУЗ и ряда других факторов. В дальнейшем при эксплуатации АУЗ выбор того или иного сценария учебной работы производят в зависимости от конкретных целей применения АУЗ с учетом ВРС.

Автоматизированное учебное занятие с учетом ВРС основано на выделении алгоритмов обучения. Алгоритм предписывает обучаемому состав и последовательность учебных действий, строгое следование которым ведет к полноценному усвоению знаний и умений. Поэтому, прежде чем составить обучающую программу, необходимо разработать алгоритм выполнения мыслительных действий и учебных операций, согласно которому компьютер будет управлять

учебным процессом. Именно поэтому эффективность обучающих программ и всего компьютерного обучения в целом зависит от качества алгоритмов.

На начальном этапе проектирования АУЗ с учетом ВРС декомпозируют его на отдельные фрагменты. Каждый фрагмент соответствует одному учебному элементу (УЭ). Расположение фрагментов и их логические связи соответствуют модели освоения учебного материала. Несколько дополнительных фрагментов в начале АУЗ должны быть посвящены созданию мотивации и общей ориентировки в учебном материале. В конце АУЗ, учитывая дробный характер пошаговой процедуры программированного обучения, должны быть обобщающие фрагменты. В состав типового фрагмента АУЗ могут входить его название, информационный блок, блоки упражнений.

Информационный блок (ИБ) содержит теоретический материал, изложенный на заданном для рассматриваемого учебного элемента уровне представления. Информационный блок состоит из страниц. Страницами могут быть текстовые и графические экраны, анимационные ролики, видеоклипы, демонстрационные расчетные программы с учетом ВРС обучающегося.

Блок упражнений АУЗ должен содержать упражнения по каждому уровню усвоения. Для каждого из них необходимо не менее 2-5 упражнений, чтобы обеспечить усвоение с $K_{\alpha} \geq 0,7$ (K_{α} – степень владения учебным материалом).

Чрезвычайно важно в процессе проектирования информационной части АУЗ с учетом ВРС при разработке сценариев соблюдать последовательность по уровням усвоения. Сначала должны выполняться упражнения на первом уровне, $\alpha=1$. Лишь после их успешного выполнения ($K_{\alpha} \geq 0,7$) могут выполняться упражнения на втором уровне. Продвижение вверх по α может осуществляться внутри каждого фрагмента АУЗ, либо сначала идет освоение всех учебных элементов на уровне $\alpha=1$, затем на уровне $\alpha=2$.

Важное значение имеет также последовательность выполнения упражнений внутри фрагментов АУЗ на каждом уровне усвоения. Важно создавать разнообразные упражнения в зависимости от усвоения учебного материала.

При использовании теории поэтапного формирования умственных действий необходимо планировать упражнения с графическими иллюстрациями, а затем в виде речевой и умственных форм деятельности. В начале АУЗ фрагменты должны быть посвящены созданию мотивации и общей ориентации в учебном материале. В конце АУЗ, учитывая дробный характер пошаговой процедуры обучения, должны быть обобщающие фрагменты. Здесь также можно использовать модель содержания учебного материала для формирования у обучаемого системного представления о теме. Включение модели содержания учебного материала в состав иллюстративных материалов АУЗ способствует побуждению обучаемого анализировать не только конкретный учебный материал, но и способы его изучения.

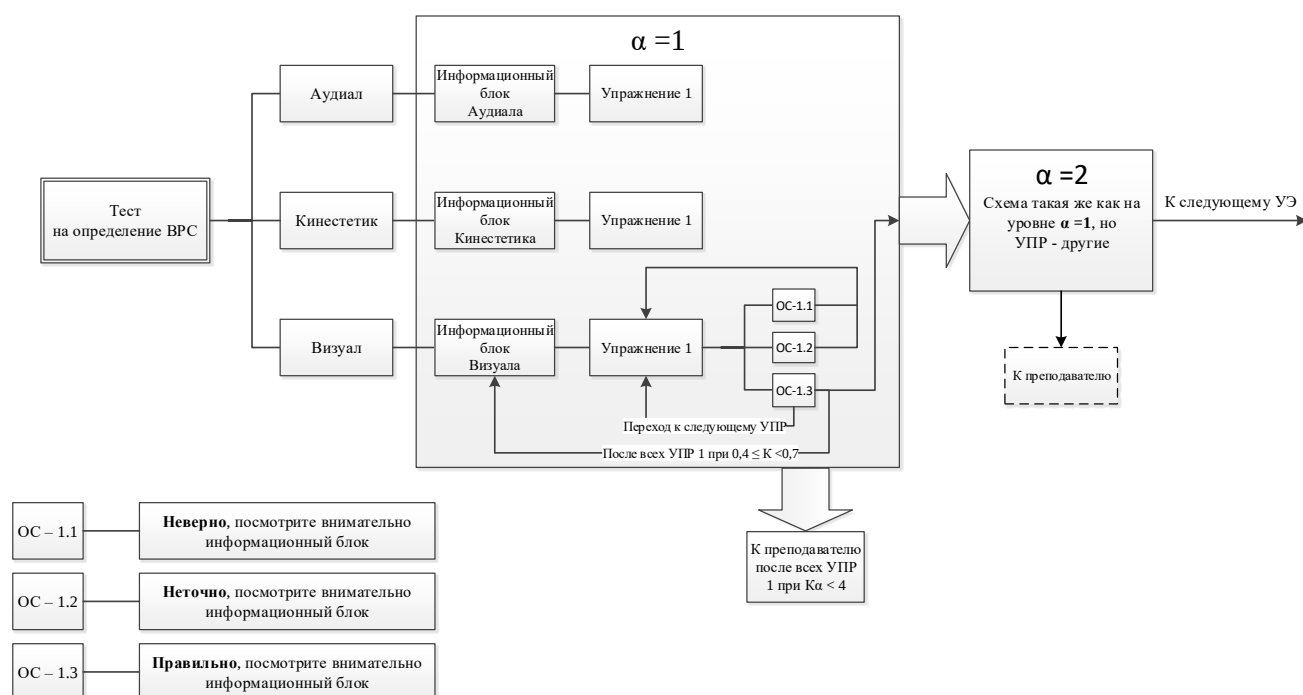


Рис. 2 - пример сценария АУЗ с учетом ведущей репрезентативной системы

Таковы основные этапы проектирования АУЗ с учетом ВРС (рис. 2). Естественно, что ориентация на конкретные инструментальные среды для разработки АУЗ будет вносить какие-либо изменения, но они вряд ли будут принципиальны в дидактическом плане.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52653-2006. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения. – 54 с.
2. Печников А.Н., Аванесова Т.П., Шиков А.Н. Электронное обучение: учебное пособие – СПб.: ВАС, 2014. – 73 с.
3. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: «Новая техника», 2006. – 462 с.
4. Митрахович В.А., Мишина С.Ю., Печников А.Н., Шалахин Р.А. Электронное обучение в образовательном процессе военных вузов: учебное пособие – СПб.: ВАС, 2018. – 104 с.
5. Организация учебно-методической работы и методика преподавания в военно-учебных заведениях: Учеб. пособие / В. А. Митрахович, А. Р. Моисеев, В. И. Коровай, Р. А. Шалахин. – СПб.: ВАС, 2019. – 70 с.
6. Андронатий В.В. Дифференцированный подход к процессу обучения: психолого-дидактический аспект. – Гатчина: Изд-во ЛОИЭФ, 2000. – 250 с.

Исследование адаптации личности обучающихся**The study of the adaptation of the personality of students**

Аннотация: статья посвящена исследованию адаптации личности обучающихся, будущих специалистов. Выявлена взаимосвязь между компонентами адаптации и акцентуациями характера, плановыми видами деятельности, склонностью к работе с людьми, реалистическим и социальным типами профессий.

Abstract: the article is devoted to the study of the adaptation of the personality of students, future specialists. The relationship between the components of adaptation and character accentuations, planned activities, propensity to work with people, realistic and social types of professions is revealed.

Ключевые слова: обучающиеся, адаптация, военно-профессиональная деятельность личности, профессиональная адаптированность.

Keywords: students, adaptation, military-professional activity of the individual, professional adaptation.

В данное время в структуре высшего военного образования одной из главных задач является обеспечение общества высококвалифицированными специалистами, способными на военно-профессиональном уровне выполнять и осуществлять воинскую деятельность, но и также обладать способностями выстраивать взаимоотношения со всеми субъектами военно-профессиональной деятельности. Отсюда, главную роль приобретают проблемы, связанные с повышением уровня адаптации обучающихся в условиях воинской деятельности. В данный момент в высших учебных заведениях возникает расхождение между психологическими образованиями обучающихся и их способностью адаптироваться к условиям военно-профессиональной деятельности. Отсюда следует, что высшая военная школа не только обучает специалистов, но и определяет специальные черты личности, их развитие, в зависимости от требований военно-профессиональной деятельности, тем самым формируя истинную адаптацию личности обучающегося. На современном этапе в результате проведения психологической подготовки возникает необходимость в уточнении условий (факторов и детерминант) и механизмов проявления избирательной уязвимости акцентуируемых черт характера обучающегося, в отношении различных психогенных воздействий, а также технологии деятельности офицеров по адаптации акцентуируемых личностей к условиям военно-профессиональной деятельности.

Адаптация человека является неотъемлемой частью профессиональной направленности личности, и представляет собой индивидуально-психологические свойства, от которых зависит возможность успешного осуществления деятельности, в том числе и профессиональной. Адаптация формируется, развивается в правильно организованной деятельности в течение всей жизни человека, под влиянием воспитания и обучения. В этой связи особую актуальность приобретает проблема формирования личности обучающегося, как специалиста, как субъекта военно-профессиональной деятельности, которое осуществляется на основе формирования правильной адаптированности личности для освоения знаний, навыков будущей военно-учетной специальности, за счет развития определённых черт личности. Несоответствие профессиональной адаптированности личности обучающегося той специальности, которую он

решил освоить, не исключает возможности ее дальнейшего формирования в период обучения в высшей военной школе [1, 2].

Профессиональная адаптивность определяет успешность профессиональной адаптации, а в конечном итоге – служебную эффективность, перспективу дальнейшего личностного развития и профессионального становления военного специалиста. Многоплановый процесс уравнивания человека с профессиональной средой при благоприятном течении своим итогом закономерно имеет состояние адаптированности личности.

Формирование профессиональной адаптированности напрямую связано с развитием личности обучающегося. В ходе развития науки, данный феномен рассматривался научными деятелями, как в России, так и за рубежом. Существует множество теорий, отвечающих на вопрос, что же такое адаптация, профессиональная адаптированность, но единой точки зрения до сих пор нет [1].

Адаптированность к профессиональной деятельности – “такое состояние взаимоотношений личности и профессиональной среды, когда личность без длительных внешних и внутренних конфликтов продуктивно выполняет свою ведущую деятельность, удовлетворяет свои основные социогенные потребности, переживает состояния самоутверждения и свободного выражения своих творческих способностей”.

Ж. Г. Сенокосов объясняет адаптацию к службе в армии как “процесс выбора и реализации личностью таких способов поведения и форм общения, которые позволяют согласовать требования и ожидания участников адаптационной ситуации в условиях соответствия или несоответствия основных ценностей личности и воинского коллектива” [10, С. 60].

И. В. Диденко рассматривает данную адаптацию как “процесс, обеспечивающий военнотружущим вживание в армейский коллектив, приобщение к профессиональной деятельности, к условиям, обязанностям службы и, в целом, обуславливающий успешность деятельности человека в пределах существующих в армии условий, требований и норм без ущерба для физического и психического здоровья” [3, С. 67].

О. Н. Леухин рассматривает адаптацию военнотружущих как “освоение относительно стабильных условий воинской среды, связанное с приспособлением и преобразованием образовательной, военно-служебной и социальной деятельности военнотружущих для решения задач подготовки к инновационной военно-профессиональной деятельности на основе профессиональной ориентации, усвоения требований общевойсковых уставов, приказов и наставлений, регламентирующих повседневное поведение военнотружущих, овладения системой профессиональных знаний, умений и навыков, обеспечивающих ее успешное вхождение в воинский коллектив” [7, С. 11].

И. В. Ревков считает адаптацию курсантов как “целенаправленный процесс активного социального и психофизиологического приспособления курсанта к требованиям профессионально-служебной деятельности в военном вузе, новым типам коллективных отношений при формировании необходимых профессиональных качеств личности будущего военного специалиста” [8, С. 10]. При этом под профессионально-служебной деятельностью он понимает “взаимодействие участников процесса профессиональной подготовки с целью выработки положительного отношения курсантов к учебной, служебной и другим видам деятельности при обучении в военном вузе” [8, С. 10], что включает все многообразие аспектов жизнедеятельности обучающихся высшей военной школы.

А. В. Леопа и В. А. Корытков обосновали адаптацию как “систему мер и мероприятий, которые способствуют профессиональному становлению военнотружущего и формируют у него соответствующие профессиональные качества, а также помогают в освоении военнотружущим

элементов организационной культуры и принятии нового социального статуса. Профессиональная адаптация включает самоидентификацию с новой ролью, статусной характеристикой и принятие культуры и ценностей профессиональной среды” [6, С. 59]. При этом В.А. Корытков рассматривает понятие “профессиональная адаптация военнослужащих по призыву” как “индивидуальный, непрерывный процесс эффективного вхождения военнослужащих в армейскую жизнь, учебно-профессиональную деятельность, выработку новых форм поведения, направленных на достижение целей военной службы и профессиональную самореализацию” [5, С. 11].

Данные интерпретации понятия адаптация индивида к условиям военно-профессиональной деятельности обучающихся включает всесторонний характер и изучает основные (социальную психологическую, социально-психологическую, профессионально-деятельностную и экологическую) и интегральные (профессиональную, семейно-бытовую, личностно-досуговую и др.) составляющие. Так В.И. Громов считает, что “адаптация военнослужащего обусловлена особыми обстоятельствами внешнего и внутреннего характера” [2, С. 34]. Внешние обстоятельства, которые оказывают влияние на процесс становления военно-профессиональной адаптации будущего специалиста, включают в себя: “1) особенности целей, организации, содержания, технологий, средств военной профессиональной деятельности; 2) своеобразие социальных и других условий, в которых осуществляется военная профессиональная деятельность. Внутренние обстоятельства и факторы профессиональной адаптации специалиста – это уровень его адаптационного потенциала, степень развитости и адаптивности как качеств личности и организма, адекватность мотивации профессиональной адаптации её требованиям [2, С. 356].

В.М. Савченко рассматривает и выделяет виды адаптации военнослужащих такие как: “служебно-функциональная адаптация - овладение молодыми воинами специальностью, усвоение функциональных обязанностей по занимаемой должности, приобретение умений и навыков служебной деятельности; общественная адаптация - процесс включения молодого пополнения различных субкультур в общественную жизнь воинского коллектива, выработки у них новых ценностных ориентации, установок по отношению к общественной деятельности; бытовая адаптация - привыкание к режиму, выработка привычек к исполнению требований воинской дисциплины и др.” [9, С. 12], чем также подтверждает многогранность адаптации военнослужащих.

Как считает Э. В. Гурская, “в адаптации военного специалиста базовую, определяющую роль играют внешние обстоятельства, предметные области и сферы профессиональной адаптации человека” [4, С. 16]. Поэтому адаптация будущего специалиста осуществляется во всех основных предметных областях его деятельности [11, С. 429-430]: в профессионально-деятельностной, организационно-нормативной, социально-профессиональной, социально-психологической и социальной областях.

В результате исследования социально-психологической характеристики обучающихся были установлены следующие сведения о воспитании в семье:

- 39(28,4%) военнослужащих воспитывались в неполных семьях;
- 11(8,0%) военнослужащих воспитывалось без отца;
- 1 военнослужащий сирота;
- 8(5,8%) военнослужащих воспитывались в семьях родственников.

Эти данные позволяют сделать следующие выводы:

- каждый четвертый обучающий, вероятно был лишен оптимального семейного воспитания;
- 92% обучающихся формировались в условиях гипоопеки и феминного доминирования;

- обучающий-сирота нуждается в персональной социальной и психологической коррекции и сопровождении.

Выявленная дифференциация в семейном воспитании, вероятно, детерминирует чрезмерное усиление отдельных черт характера.

Анализ сведений об уровне образованности обучающихся показал:

- 10 (7,2%) обучающие имеют высшее образование;
- 8 (5,8%) обучающие имеют неоконченное высшее образование;
- 40 (29,1%) обучающие имеют среднее профессиональное образование;
- 27 (19,7%) обучающие имеют среднее образование;
- 10 (7,2%) обучающие имеют неполное среднее образование.

Уровень образования свидетельствует об определенных кросскультурных различиях и поляризациях: 13% проходили социализацию в высшей школе, а 26,9% имеют уровень образовательного и культурного развития ниже социальных и правовых нормативных требований. Эти различия можно отнести к психогенным воздействиям, провоцирующим избирательную уязвимость индивида и детерминирующим проявления акцентуаций характера, а также затрудняющим адаптацию обучающихся к военно-профессиональной деятельности.

Мы полагаем, что информативными для нашего исследования являются данные об опыте работы до обучения в высшей военной школе:

- 10 (7,2%) обучающихся работало в государственных учреждениях;
- 15 (10,9%) обучающихся работало в сфере сельского хозяйства;
- 14 (10,2%) обучающихся работало в коммерческих структурах.

Согласно полученных данных 28,3% обучающихся проходили первичную профессиональную социализацию и имеют опыт адаптации, коммуникации в трудовых условиях. Однако 71,7% до поступления не работали, и их социализация происходила в условиях гиперопеки.

Интерпретация данных полученных в ходе изучения формализованных документах показала, что в подразделении имеется значительная выборка обучающихся, с которыми необходимо провести дополнительные диагностические процедуры.

ВЫВОД

В данной работе мы рассмотрели понятия адаптация, профессиональная адаптированность с целью изучения взаимосвязи акцентуаций характера личности и ее адаптированности к условиям военно-профессиональной деятельности. Наши результаты позволяют сделать выводы, что у обучающихся в ходе воспитания до обучения в высшей военной школе сформировались определенные черты акцентуаций характера, влияющие на способность адаптироваться в условиях военно-профессиональной деятельности, выстраивать межличностное взаимодействие, на способность к эмпатии окружающих, что, является важным, так как будущая специальность определяет коммуникативные, когнитивные, перцептивные способности будущих специалистов. Кроме этого, выявлены обучающие, у которых не развита склонность к военно-профессиональной деятельности, такие курсанты в процессе обучения в основном разочаровываются в выбранной профессии, вплоть до отчисления из высшей военной школы. Данные обучающиеся нуждаются в дополнительной психологической работе, направленной на профессиональную адаптацию. Таким образом, полученные результаты в ходе исследования предоставляют возможность осуществить психологическую работу с обучающимися будущими специалистами с военно-профессиональной направленностью. В дальнейшем необходимо ориентироваться на развитие профессиональной адаптированности, военно-профессиональную ориентацию и мотивацию курсантов.

Список литературы:

1. Гордашников В. А., Осин А. Я. Образование и здоровье студентов медицинского колледжа: Монография. – М.: Изд-во “Академия Естествознания”, 2009. – 395 с.
2. Громов В. И. Социальная адаптация военнослужащих пограничной службы Российской Федерации в современных условиях: Дис. ... канд. социол. наук. - М. : РАГС при Президенте РФ, 2005 – 194 с.
3. Диденко И. В. Психофизиологические и психологические особенности адаптации военнослужащих на различных этапах служебно-боевой деятельности: Дис. ... канд. психол. наук. – Ростов-на-Дону, 2007. – 229 с.
4. Казиева Н. Н. Психологические ресурсы самореализации личности в пространстве профессионального бытия. // Прикладная психология и психоанализ: электрон. науч. журн. 2012. № 3. [Электронный ресурс] URL: <https://ppip.idnk.ru/index.php/-4-2012/9-2011-02-24-12-27-14/-3-2011/269-2011-09-28-11-01-37> (дата обращения: 04.04.2022).
5. Коротков В. А. Педагогическое обеспечение профессиональной адаптации военнослужащих по призыву в частях противовоздушной обороны Вооруженных сил России: Дис. ... канд. пед. наук.- Новосибирск, 2013.- 200 с.
6. Леопя А. В, Коротков В. А. Профессиональная адаптация военно-служащих по призыву в воинских частях и подразделениях Воздушно-космических сил Вооруженных сил России: Монография. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2016. – 254 с.
7. Леухин О. Н. Процесс адаптации курсантов к военно-профессиональной деятельности в системе “военный вуз – войска”: Авто-реф. дис. ... канд. пед. наук. – Казань: КГТУ, 2006. – 22 с.
8. Ревков И. В. Технология адаптации курсантов к профессионально-служебной деятельности в военном вузе: Дис. ... канд. пед. наук.- Орел, 2015. – 210 с.
9. Савченко В. М. Социально-педагогическая адаптация молодого пополнения различных субкультур к военной службе (на примере частей ЖДВ): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - Москва, 2010.- 22 с.
10. Сенокосов Ж. Г. Социально-психологическая адаптация молодых солдат к военной службе: Дис. ... канд. психол. наук. – М.: МГУ, 1989. – 212 с.
11. Сластенин В. А., Каширин В. П. Психология и педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 480 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Андреев Евгений Александрович , преподаватель, Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского e-mail: Evgeny.979@mail.ru	Andreev Evgeny Alexandrovich , teacher, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: Evgeny.979@mail.ru
Архипов Анатолий Анатольевич , преподаватель, Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского	Arkhipov Anatoly Anatolyevich , teacher, Military Space Academy named after A.F.Mozhaisky
Байчорова Хафиза Срафилъевна , Старший преподаватель, Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» e-mail: baj-hafizka@mail.ru	Baychorova Khafiza S. , Senior Lecturer, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, lecturer of the Department of Foreign and Russian languages, e-mail: baj-hafizka@mail.ru
Блинов Андрей Валентинович , кандидат технических наук, доцент кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО. e-mail: a9112110227@yandex.ru	Blinov Andrey Valentinovich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Support Systems for Military Infrastructure Facilities, VI(IT) VA MTO. e-mail: a9112110227@yandex.ru
Борисов Алексей Александрович , кандидат технических наук профессор, начальник кафедры физической подготовки, ВИ(ИТ) ВА МТО	BorISOV Aleksey Aleksandrovich. , candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physical Training, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics
Булат Роман Евгеньевич , доктор педагогических наук доцент, профессор кафедры, Ленинградский государственный университет им. А.С.Пушкина e-mail: bulatrem@mail.ru	Bulat Roman Evgenievich , doctor of pedagogical Sciences, associate Professor, professor of the department, Leningrad State University named after A.S.Pushkin e-mail: bulatrem@mail.ru
Булатов Олег Галеевич , кандидат военных наук, старший научный сотрудник, НИИ (ВСИ МТО ВС РФ)	Bulatov Oleg Galeevich , Candidate of Military Sciences, Senior Researcher, Scientific Research Institute (Military System Research of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation)
Вакуненков Вячеслав Александрович , кандидат технических наук, ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, докторант e-mail: vakyn@mail.ru	Vakunenkov Vyacheslav Aleksandrovich , candidate of technical Sciences, VAMTO named after army General A.V. Khrulev, doctoral e-mail: vakyn@mail.ru
Воробьев Альберт Анатольевич , доктор технических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации) Военной академии материально-технического обеспечения e-mail: maestro265@yandex.ru	Vorobyov Albert Anatolyevich , Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher at the Research Institute (Military System Research of Logistics of the Armed Forces of the Russian Federation) Military Academy of Logistics e-mail: maestro265@yandex.ru
Гуков Дмитрий Владимирович , доктор технических наук, профессор, ВИ(ИТ) ВА МТО. e-mail: guokovdmitry@rambler.ru	Gukov Dmitry V. , doctor of technical Sciences, professor, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: guokovdmitry@rambler.ru
Гула Дмитрий Николаевич , кандидат технических наук, преподаватель, Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского	Gula Dmitry Nikolaevich , Candidate of Technical Sciences, Lecturer, A.F.Mozhaisky Military Space Academy
Дивин Алексей Алексеевич , адъюнкт, ФГКВ ОУ ВПО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М.Буденного» Министерства обороны Российской Федерации e-mail: divin-aa@yandex.ru	Divin Alexey Alekseevich , Postgraduate student, Federal State-owned Military Educational Institution of Higher Professional Education «Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M.Budyonny» of the Ministry of Defense of the Russian Federation

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Ерофеев Михаил Николаевич , доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук», научный сотрудник НИЦ ВА РВСН. e-mail: erofeeff2007@yandex.ru	e-mail: divin-aa@yandex.ru Erofeev Mikhail Nikolaevich , Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work of the A. A. Blagonravov Institute of Machine Science of the Russian Academy of Sciences, Research Associate of the research center of the military academy of Strategic Missile forces e-mail: erofeeff2007@yandex.ru
Загуляев Сергей Дмитриевич , ведущий инженер, Обособленное подразделение АО «31 ГПИСС» «НИЦ 26 ЦНИИ». e-mail: zagulyaev.sd@yandex.ru.	Zagulyaev Sergey D. , leading engineer, a separate division of JSC "31 GPISS ""SIC 26 Central Research Institute" e-mail: zagulyaev.sd@yandex.ru.
Иваньков Сергей Михайлович , адъюнкт, Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского e-mail: mihalych261@bk.ru	Ivan'kov Sergey M. , post graduate student, Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky e-mail: mihalych261@bk.ru
Ившичев Сергей Михайлович , кандидат педагогических наук, доцент кафедры, Военный институт физической культуры	Ivshichev Sergey Mikhailovich , Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department, Military Institute of Physical Culture
Кашеев Роман Леонидович , кандидат технических наук доцент, заместитель начальника института по учебной и научной работе, ВИ(ИТ) ВА МТО	Kascheev Roman L. , candidate of Technical Sciences associate Professor, deputy Head of the Institute for Academic and Scientific Work, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics
Кириленко Виктор Иванович , преподаватель 6 кафедры ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: komrad.kirilenko2010@yandex.ru	Kirilenko Viktor Ivanovich , teacher of the 6th Department of MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: komrad.kirilenko2010@yandex.ru
Коваленко Иван Александрович , кандидат технических наук, доцент кафедры, Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО e-mail: bon_mot@bk.ru	Kovalenko Ivan Aleksandrovich , Candidate of Technical Sciences, associate professor of the department, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: bon_mot@bk.ru
Коновалов Владимир Борисович , доктор экономических наук, профессор, заместитель начальника Военной академии материально-технического обеспечения e-mail: vlad.conovalow@yandex.ru	Konovalov Vladimir B. , doctor of economics, professor, Deputy Head of The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: vlad.conovalow@yandex.ru
Костарев Сергей Валерьевич , Кандидат педагогических наук, доцент, Начальник Военной академии связи им. С.М. Буденного.	Kostarev Sergey Valerievich , Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Budyonny Military Academy of the Signal Corps.
Курашев Никита Владимирович , курсант, Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО	Kurashev Nikita Vladimirovich , cadet, Military Institute (Engineering) Military Academy of Logistics
Лапшин Геннадий Александрович , кандидат технических наук, доцент 2 кафедры ВИ(ИТ) ВА МТО. e-mail: lapshinga1939@yandex.ru	Lapshin Gennady Aleksandrovich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the 2nd Department of the Military Institute (Engineering) Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev. e-mail: lapshinga1939@yandex.ru
Митрахович Вячеслав Александрович , доктор педагогических наук профессор, профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Военная орденов	Mitrakhovich Vyacheslav A. , Doctor of Pedagogy senior lecturer, Professor at Humanities and the socio-economic Disciplines, Military Order of Zhukov and Lenin Red Banner Telecommunications

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого e-mail: V_mitrakhovich@mail.ru	Academy named after the Soviet Union Marshal S. M. Budyonny e-mail: V_mitrakhovich@mail.ru
Морозова Ольга Александровна , доцент, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. e-mail: torimo@mail.ru	Morozova Olga A. , associate Professor, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. torimo@mail.ru
Мялькин Владимир Александрович , кандидат технических наук, ВИ(ИТ) ВА МТО	Myalkin Vladimir Aleksandrovich , Candidate of Technical Sciences, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics
Орлов Алексей Сергеевич , кандидат технических наук, старший преподаватель, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: dr.leavsy@mail.ru	Orlov Alexey Sergeevich , Candidate of Technical Sciences, senior lecturer, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: dr.leavsy@mail.ru
Остроумова Юлия Сергеевна , кандидат педагогических наук, доцент, начальник НИО (инновационной и интеллектуальной деятельности), Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Будённого e-mail: sinklit@mail.ru	Ostroumova Yuliya Sergeevna , Ph. D. in Pedagogy, associate professor, Head of Research and Development (innovation and intellectual activity), Military Order of Zhukov and Lenin Red Banner Telecommunications Academy named after the Soviet Union Marshal S. M. Budyonny e-mail: sinklit@mail.ru
Перминов Евгений Олегович , кандидат архитектуры, доцент, Военный институт (инженерно-технический) ВА МТО	Perminov Evgeny Olegovich , Candidate of Architecture, Associate Professor, Military Institute (Engineering) MAL named after army General A.V. Khrulev
Печников Андрей Николаевич , доктор педагогических наук, доктор технических наук, профессор, профессор 1 кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного. e-mail: pan287@yandex.ru	Pechnikov Andrey N. , Doctor of Pedagogical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the 1st Department of Humanities and Socio-Economic Disciplines, Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny e-mail: pan287@yandex.ru
Рузманов Максим Дмитриевич , адъюнкт, ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва» e-mail: rumd91@bk.ru	Ruzmanov Maksim Dmitrievich , post graduate student, The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: rumd91@bk.ru
Рябова Светлана Сергеевна , Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского. e-mail: vka@mil.ru	Ryabova Svetlana Sergeevna , A.F. Mozhaisky Military Space Academy. e-mail: vka@mil.ru
Сажин Кирилл Андреевич , старший инженер, НИЦ БТС ФГКУ "12 ЦНИИ" Министерства обороны Российской Федерации	Sazhin Kirill Andreevich , Senior Engineer, SIC BTS FSU "12 Central Research Institute" of the Ministry of Defense of the Russian Federation
Сайданов Виктор Олегович , доктор технических наук, профессор, профессор 4 кафедры, Военный институт (железнодорожных войск и военных сообщений) ВА МТО e-mail: saidanov_viktor@mail.ru	Saidanov Victor Olegovich , Doctor of Technical Sciences, professor, Professor 4 departments, military institute (railway troops and military communications) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: saidanov_viktor@mail.ru
Саркисов Сергей Владимирович , доктор технических наук, начальник кафедры, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ser-sark@yandex.ru	Sarkisov Sergey Vladimirovich , head of the department MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ser-sark@yandex.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Саркисова Екатерина Анатольевна , преподаватель, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ekaterishk@yandex.ru	Sarkisova Ekaterina Anatolievna , the applicant, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ekaterishk@yandex.ru
Сафонов Андрей Сергеевич , кандидат военных наук, начальник кафедры, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва e-mail: safonov80@inbox.ru	Safonov Andrey Sergeevich , Can. Mil Sciences, Head of the department, Military Academy of Logistics General of the Army A.V. Khrulyov e-mail: safonov80@inbox.ru
Сергеев Владислав Владимирович , кандидат технических наук, доцент, докторант, ВА МТО. e-mail: vvs.vdv77@mail.ru	Sergeyev Vladislav Vladimirovich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, doctoral, Military Academy of Logistics. e-mail: vvs.vdv77@mail.ru
Степенко Андрей Николаевич , кандидат технических наук, заместитель начальника Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского по тылу-начальник отдела e-mail: vka@mil.ru	Stepenko Andrey N. , candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky for the rear Head of the Department e-mail: vka@mil.ru
Татарко Константин Иванович , кандидат технических наук, научно-педагогический работник, Военная академия РВСН имени Петра Великого.	Tatarko Konstantin Ivanovich , Candidate of Technical Sciences, Scientific and pedagogical worker, Military Academy of the Peter the Great Strategic Missile Forces
Фадеев Дмитрий Юрьевич , кандидат технических наук, заместитель начальника отдела, НИИ (ВСИ МТО ВС РФ)	Dmitry Yurievich Fadeev , Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Department, Scientific Research Institute (Military System Research of Material and Technical Support of the Armed Forces of the Russian Federation)
Ханин Самуил Давидович , доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой, Военная академия связи им. С.М. Буденного e-mail: sd_khanin@mail.ru	Samuil Davidovich Khanin , Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department, S.M. Budyonny Military Academy of Communications e-mail: sd_khanin@mail.ru
Хитрик Николай Андреевич , кандидат педагогических наук, начальник кафедры, Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище имени П.С. Нахимова	Khitrik Nikolay Andreevich , Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Department, Black Sea Higher Naval Order of the Red Star School named after P.S. Nakhimov
Якубовская Наталья Александровна , кандидат экономических наук, доцент кафедры, Ленинградский государственный университет им. А.С.Пушкина e-mail: nya1111@mail.ru	Yakubovskaya Natalia Aleksandrovna , Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department, Leningrad State University named after A.S.Pushkin e-mail: nya1111@mail.ru