

Издается с ноября 2016 года

«ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»

Научный журнал

№4(38) 2025 год

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» № 4 (38)		Contents of the journal «MILITARY ENGINEER» № 4 (38)	
Содержание	1	Contents	
Редакционная коллегия	3	Editorial Board	
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения	4	Design, construction and reconstruction of military facilities	
Коновалов В.Б., Саркисов С.В.	4	Kononov V.B., Sarkisov S.V.	
Органы управления военной инфраструктурой вооруженных сил Греции		Military infrastructure management bodies of the Hellenic armed forces	
Овчинников С.В.	12	Ovchinnikov S.V.	
Гиперболо-спиральная динамика в системах контроля технического состояния военной техники: теоретические основы и практическая реализация		Hyperbolo-spiral dynamics in systems for monitoring the technical condition of military equipment: theoretical foundations and practical implementation	
Гуков Д.В., Авсеенко А.И., Зубарев А.В.	21	Gukov D.V., Avseenko A.I., Zubarev A.V.	
Моделирование опыта противовключения трансформатора		Simulation of transformer counter-switching experience	
Гусев Н.Н., Эльцофон Д.А., Добрышкин Е.О.	27	Gusev N.N., Eltsafon D.A., Dobryshkin E.O.	
О влиянии эффекта упругого последействия на метрологические характеристики струнных преобразователей систем мониторинга технического состояния строительных конструкций подземных специальных фортификационных сооружений		On the elastic aftereffect on the string transducers' metrological characteristics of monitoring systems for the technical condition of underground special fortifications	
Тищенко В.А., Кондратьев В.С., Кондратьева И.В., Перминов Е.О., Путилин П.А.	37	Tishchenko V.A., Kondratyev V.S., Kondratyeva I.V., Perminov E.O., Putilin P.A.	
Эффективность поражения БПЛА лазерным излучением		Effectiveness of Laser Radiation in Destroying UAVs	
Ласточкин С.Г. Маленков К.В. Коновалов П.Л.	44	Lastochkin S.G. Malenkov K.V. Kononov P.L.	
Состав ремонтного комплекта БРК для проведения текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах автомобилях марки «Урал»		Components of the repair kit for current and medium-term repairs on ready-to-use units of the «Ural» marque	
Байгузов В.О.	50	Baiguzov V.O.	
Модель выделения и распознавания цели на основе R-CNN, с использованием нейронов высокого порядка и модификацией этапа генерации гипотез		Target selection and recognition model based on R-CNN, using high-order neurons and modifying the hypothesis generation stage	
Федоров А.Б., Блинов А.В., Харламов Г.В.	58	Fedorov A.B., Blinov A.V., Kharlamov G.V.	
Особенности теплотехнического расчета ограждающих конструкций тенто-мобильных укрытий		Features of thermal engineering calculations for tent mobile shelters	
Желонкин Д.В.	66	Zhelonkin D.V.	
Методика обоснования рекомендаций к системе фоно-целевой обстановки радиолокационной головкой самонаведения на основе моделирования поляризационной матрицы рассеяния и эффективной площади рассеяния бронетанкового вооружения (движущихся и неподвижных)		Methodology for substantiating recommendations for a system of background-target conditions with a radar homing head based on modeling the polarization scattering matrix and the effective scattering area of armored weapons (moving and stationary)	
Пафиков Е.А.	73	Pafikov E.A.	
Оценка эффективности энергетического потенциала бистатических и многопозиционных неизлучающих автоматизированных радиолокационных систем		Evaluation of the efficiency of the energy potential of bistatic and multi-position non-radiating automated radar systems	
Хамидов Д.А., Егошин А.М., Ручкин А.А.	76	Khamidov D.A., Yegoshin A.M., Ruchkin A.A.	
Методика обоснования дорожной конструкции на слабых грунтах с использованием трехмерной тканой каркасной сетки		Methodology for justifying road structures on weak soils using a three-dimensional woven frame mesh	

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» № 4 (38)	Contents of the journal «MILITARY ENGINEER» № 4 (38)
<i>Назаров С.В.</i> Разработка метода определения степени загрязнения гептилом поверхностных вод и почвы в полевых условиях Теория воинского обучения и воспитания	83 <i>Nazarov S.V.</i> Development of a method for determining the degree of heptyl contamination of surface waters and soil in the field Theory of military training and education
<i>Парфенова Т.А.</i> Русский язык как средство формирования профессионального мировоззрения у иностранных студентов и курсантов: обзор научных исследований (2010-2024 гг.) <i>К. И. Шарафадина, А.А. Ягодова</i> Междисциплинарное изучение русского языка как иностранного в современном гуманитарном научно-практическом поле (по итогам дискуссии на межвузовской научно-практической конференции «Актуальные проблемы лингвистики, лингводидактики и переводоведения») <i>Саркисова Е.А.</i> Педагогическая система формирования исследовательской компетентности у курсантов военного технического вуза как основа подготовки к адъюнктуре в условиях модернизации военного образования <i>Поминова О.Л., Богданова Ю.Г.</i> Результаты исследования эффективности самостоятельной работы курсантов военных институтов (на примере дисциплины «История России») <i>Ласточкин С.Г., Маленков К.В.</i> Подготовка стрелков для поражения беспилотных летательных аппаратов из стрелкового оружия <i>Салькова Д.В.</i> Рекомендации по совершенствованию профессионального становления молодых офицеров в воинских частях и подразделениях Вооруженных Сил Российской Федерации <i>Говоров В. Е.</i> Адаптация методики подготовки специалистов войск связи с учетом опыта современных вооруженных конфликтов <i>Гладкова Е.В.</i> Использование военно-патриотического образовательно-воспитательного потенциала художественной литературы при обучении иностраных слушателей РКИ <i>Е.В.Максимова</i> Потенциал применения функциональных стилей речи в системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей в военных вузах <i>Обыденникова Ю.С., Цыпнятов В.Б.</i> Интегративная модель подготовки специалистов связи в военном вузе на основе комплексного применения информационных компьютерных технологий <i>Чакурин В.А.</i> История развития оценочных процедур	88 <i>Parfenova T.A.</i> Russian Language as a Means of Forming the Professional Worldview of Foreign Students and Cadets: A Review of Scientific Research (2010–2024) 92 <i>Klara Sharafadina, Alevtina Iagodova</i> Interdisciplinary Study of Russian as a Foreign Language in the Contemporary Humanities (based on the discussion at the inter-university scientific and practical conference «Current Issues in Linguistics, Linguodidactics, and Translation Studies») 100 <i>Sarkisova E.A.</i> The pedagogical system of developing research competence among cadets of a military technical university as a basis for preparing for postgraduate studies in the context of modernizing military education 106 <i>Pominova O.L., Bogdanova J.G.</i> Results of a study of the effectiveness of independent work of cadets of military institutes (using the example of the discipline «History of Russia») 111 <i>Lastochkin S.G., Malenkov K.V.</i> Training of shooters to destroy unmanned aerial vehicles with small arms 118 <i>Sal'kova D.V.</i> Proposals for improving the professional development of young officers in military units and departments of the Armed Forces of the Russian Federation 126 <i>Govorov V. E.</i> Adaptation of the methodology for training signal troops specialists taking into account the experience of modern armed conflicts 131 <i>Gladkova E.V.</i> The use of military-patriotic educational potential of fiction in the training of foreign students in the Russian language 135 <i>E.V.Maksimova</i> The potential of using functional speech styles in the system of retraining and advanced training of foreign students in military universities 141 <i>Obydennikova Ju. S., Tsyppnyatov V.B.</i> Integrative model of communication specialists training in a military university based on complex application of information computer technologies 147 <i>Chakurin V.A.</i> The history of the development of evaluation procedures
Сведения об авторах	153 Information about the authors

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

Председатель редакционной коллегии

Коновалов Владимир Борисович, доктор экономических наук, профессор;

Заместитель председателя редакционной коллегии

Кащеев Роман Леонидович, доктор технических наук, доцент;

Члены редакционной коллегии

Аверьянов Владимир Константинович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, заслуженный деятель науки РФ;

Антонович Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

Борисов Алексей Александрович, кандидат технических наук, профессор;

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, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук, профессор;

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор;

Изонов Виктор Владимирович, доктор исторических наук, профессор;

Казаков Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор;

Крисковец Татьяна Николаевна, доктор педагогических наук, доцент;

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук, профессор;

Махонько Виктор Петрович, доктор военных наук, профессор;

Мильбах Владимир Спартакович, доктор исторических наук профессор;

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

Путилин Павел Александрович, кандидат технических наук;

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук, профессор;

Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор;

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор;

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;

Шаронов Александр Николаевич, доктор военных наук, профессор.

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:	Сдано в набор 22.12.2025	Бумага типографская
Путилин П.А.	Подписано в печать 22.12.2025	Печать цифровая
Редактор текстов на английском языке:	Формат бумаги 60×90%	Заказ № 4/25
Путилин П.А.		Тираж 300 экз.
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Путилин П.А.		Цена договорная
Дизайн обложки: Путилин П.А.		
Вёрстка: Тюрин А.В.		

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/

Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «ВИТУ»
191123, Санкт-Петербург, Захарьевская ул., д. 22.

Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2025, №4 (№38)

Органы управления военной инфраструктурой вооруженных сил Греции

Military infrastructure management bodies of the Hellenic armed forces

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления деятельности военно-строительного комплекса вооруженных сил Греции. Основное внимание уделено деятельности органов управления военной инфраструктурой вооруженных сил по строительству, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту объектов и систем для эффективного и экономичного управления имущественным комплексом Министерства обороны Греции.

Abstract. The article examines the main areas of activity of the military construction complex of the Greek armed forces. The primary focus is on the activities of the military infrastructure management bodies of the armed forces in the construction, operation, maintenance, and repair of facilities and systems for the effective and economical management of the property complex of the Ministry of Defense of Greece.

Ключевые слова: Объединенный фонд недвижимости национальной обороны, Организация по использованию недвижимости вооруженных сил, строительство, ремонтные работы, эксплуатация объектов недвижимости, Министерство обороны Греции.

Key words: United National Defense Real Estate Fund, Armed Forces Real Estate Utilization Organization, Construction, Renovation, and Real Estate Operations, Hellenic Ministry of Defense.

Исторически военная инфраструктура вооруженных сил Греции, наряду с другими материальными средствами, находилась в распоряжении Фонда недвижимости национальной обороны (сухопутных войск) Т.Е.Θ.Α., Фонда недвижимости национального флота (ВМС) Т.Ε.Σ., созданного в 1900 году, и Фонда недвижимости противовоздушной обороны (ВВС) ΤΑΑ, созданного в 1959 году.

Например, руководство Фондом национального флота осуществлял старший офицер финансовой службы, подчинявшийся Консультативному совету и Высшему руководящему комитету Фонда. Директору Фонда национального флота, через заместителя директора, подчинялись:

отдел наследства (бюро наследства и бюро аренды недвижимости);

отдел реконструкции;

бухгалтерский отдел (бюро выдачи денежных ордеров);

бюро финансового управления [1].

В управлении Фонда недвижимости национальной обороны Т.Ε.Θ.Α. имелось до 2000 объектов недвижимости, из которых 1477 находилось в полной собственности Т.Ε.Θ.Α. (рисунки 1, 2, 3). Они подразделялись на следующие категории:

военные городки;

полигоны;

военные жилые дома для офицеров;

офицерские клубы;

центры реабилитации для лиц с ограниченными возможностями здоровья;

пограничные заставы;

здания и земельные участки в городской и пригородной зонах и прочие (таблица 1) [2].

Таблица 1.

Распределение недвижимости Фонда недвижимости национальной обороны Т.Е.Θ.Α.
по географическим регионам

№	Географический регион	Количество объектов недвижимости	Общая площадь в м²
1	Пелопоннес	46	7 271 917
2	Центральная Греция	128	67 312 588
3	Эпир	88	4 067 519
4	Македония	551	88 403 597
5	Острова Эгейского моря	309	19 607 658
6	Фракия	254	44 425 635
7	Ионические острова	7	410 178
8	Крит	27	4 373 597
9	Фессалия	66	15 573 503
10	Кипр	1	
	Итого	1477	251 536 177



Рисунок 1. Здание управления
8-й пехотной дивизии



Рисунок 2. 401-й военный госпиталь



Рисунок 3. Военный лагерь Р. Мелас

С 1957 по 1992 год в вооруженных силах Греции имелись Смешанные группы восстановительной техники (МОМА), представлявшие собой военную

строительную организацию. Их целью являлось восстановление инфраструктуры (мосты, аэродромы и дороги), разрушенной в ходе Второй мировой и гражданской

войны. В МОМА служили как кадровые, так и военнослужащие срочной службы инженерных войск, а также гражданские рабочие и инженеры.

Всего имелось семь (с 1-ой по 7-ю) Смешанных групп восстановительной техники, находившихся в городах Афины, Салоники, Ираклион (Крит), Патры, Ламия, Лариса, Янина (рисунок 4).

Смешанными группами восстановительной техники проводились работы по строительству и ремонту национальных и провинциальных дорог,

особенно в горных и островных районах Греции, общей протяженностью около 15 тыс. км. На этих дорогах возводились искусственные сооружения (мосты, подпорные стены, водопропускные трубы и т.д.) и выполнялось асфальтирование.

Строились и расширялись взлетно-посадочные полосы на 17 аэродромах, преимущественно на островах Греции (Карпатос, Скирос, Кефалиния, Митилини, Парос, Китира и др.). В том числе, выполнялись земляные работы для аэропорта Спатон.

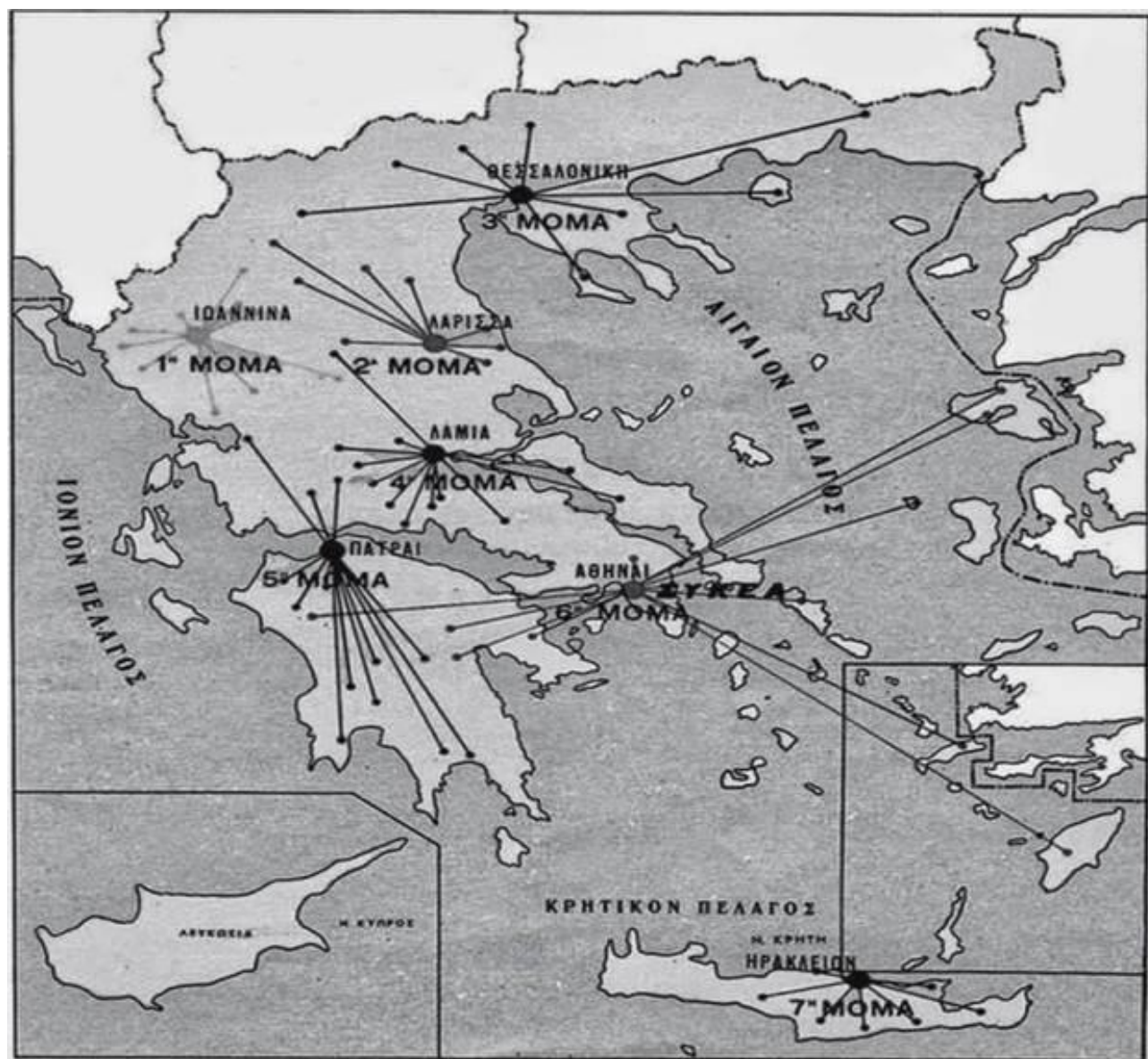


Рисунок 4. Дислокация Смешанных групп восстановительной техники и районы их деятельности

По всей стране строились крупные и малые дренажные, ирригационные, противопаводковые и гидротехнические сооружения, благодаря которым удалось освоить и ввести в сельскохозяйственный оборот сотни тысяч акров земли.

Вклад МОМА в строительство зданий считается значительным. В частности, для реализации программы восстановления пострадавших от землетрясений районов возводились сборные дома. С использованием сборных конструкций успешно построены

здания больниц, школ, высших учебных заведений, а также объекты военного назначения (казармы в Халкиде, Фивах, Лутраки, Ваньяно Ксанти и др.).

Помимо вышеперечисленного, Смешанные группы восстановительной техники по контрактам и под своим надзором строили множество других объектов в различных военных лагерях, таких как административные здания, солдатские казармы, навесы для техники и т. д.

С 1991 года в рамках программы Министерства иностранных дел по репатриации понтийских греков из регионов бывшего СССР, МОМА участвовали в возведении жилья для репатриантов.

Помимо этого, строились небольшие объекты общественного назначения в рамках запланированных работ в муниципалитетах, общинах, организациях и местных ассоциациях [3].

В 2015 году создается Отдел проектирования и строительства (МОМКА) Генерального штаба национальной обороны Греции, взамен прежних Смешанных групп восстановительной техники (МОМА). Его основная цель заключается в выполнении инфраструктурных проектов как для нужд вооруженных сил, так и в приграничных районах, посредством сотрудничества с местными органами власти.

Отдел проектирования и строительства (МОМКА) Генерального штаба, в рамках своей социальной деятельности и содействия вооруженных сил в приграничных районах, совместно с местными органами власти и с одобрения Министерства национальной обороны, завершил в 2020 году следующие работы:

Строительство грунтовой дороги протяженностью 2142 метра и шириной 3,5 метра на острове Антикитира. Это обеспечило более безопасный и легкий доступ военнослужащих ВМС к маяку на мысе Аполлотарас.

Ремонт с цементированием региональной дороги Мандраки протяженностью 1146 метров и шириной 5,5 метров на острове Нисирос, дороги Кардиа-Макри Коммати протяженностью 1146 метров и шириной 5,5 метров, а также дороги Харупья – Лидия протяженностью 1160 метров и шириной 5,5 метров [11].

Кроме того, завершилось устранение эксплуатационных проблем моста Бейли в Поросе (Кефалиния). В рамках работ построили сборный промежуточный опорный элемент, увеличивший максимально допустимую нагрузку на мост, уменьшивший его колебания, обеспечивающий более безопасное движение транспортных средств и снизивший нагрузку на его элементы [12] (рисунки 5, 6, 7 и 8).

Дополнительно реализовывались следующие проекты:

На острове Калимнос – прокладка дороги протяженностью 900 метров и шириной 7,5 метров, которая соединила порт Калимоса и район Агиос Пантес.

На острове Астипалея – работы по улучшению внешнего вида здания, где размещались полицейский и портовый участки, а также по решению его эксплуатационных проблем.

На острове Касос – строительство дороги из района Агиос Георгиос Хадиион в район Плати Авлоки на юго-западной стороне острова.

На острове Нисирос – ремонт и цементирование дороги Капарис-Ставрос протяженностью 930 метров и шириной 5,5 метров [4].



Рисунок 5. Дробление горных пород вдоль полотна дороги

Отдел проектирования и строительства периодически проводит ознакомительные мероприятия для военнослужащих, с участием строительных организаций, в ходе которых происходит ознакомление с современными машинами и транспортными средствами для выполнения строительных работ [5].

В настоящее время использование недвижимости вооруженных сил Греции определяется **законом № 5223 от 31 июля 2025 года, в соответствии с которым**

произошло слияние органов строительства и эксплуатации военной инфраструктуры видов вооруженных сил (Фонда сухопутных войск, Фонда ВМС и Фонда ВВС) в единый Фонд недвижимости национальной обороны (Т.А.Еθ.А.) для управления военной инфраструктурой Министерства национальной обороны.



Рисунок 6. Прокладка новой дороги



Рисунок 7. Подразделение Отдела проектирования и строительства в ходе ремонта и модернизации каменного дома

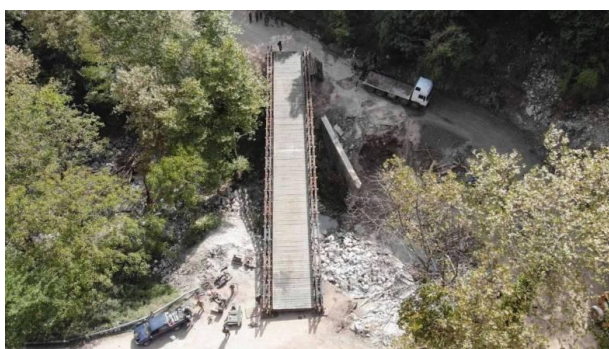


Рисунок 8. Сборный мост Бейли длиной 36,5 метров и грузоподъемностью до 10 тонн для колесной техники в Стурнарейке (Трикала), установленный Отделом проектирования и строительства

Фондом руководит директор из действующих старших офицеров вооруженных сил, назначаемый министром национальной обороны сроком на два года, с возможностью продления еще на два

дополнительных года. Он подчиняется Министерству национальной обороны через Генеральный штаб. Директор руководит службами и отчитывается перед Управляющим комитетом фонда недвижимости.

Фонд недвижимости национальной обороны выступает в качестве правопреемника объединенных фондов во всех их полномочиях, правах, обязанностях и иных правоотношениях. Ему переданы проекты, программы и финансирование объединенных фондов. Он обладает административной и финансовой самостоятельностью для выполнения трех основных целей:

финансирование строительства военной инфраструктуры в целях национальной обороны;

улучшение жилищных условий военнослужащих вооруженных сил;

улучшение условий жизни действующих и находящихся в отставке военнослужащих вооруженных сил.

Объединенный фонд осуществляет все полномочия, предусмотренные действующим законодательством, касающиеся строительства объектов или сооружений на принадлежащих ему объектах недвижимости, необходимых для оперативных нужд вооруженным силам. Он финансирует и предпринимает действия по строительству, реконструкции, техническому обслуживанию и ремонту военных жилых помещений и объектов на принадлежащей ему недвижимости. Под объектами понимаются, в частности, детские сады, магазины, клубы, центры поддерживаемого проживания, гостиницы, реабилитационные центры сухопутных войск, маяки и офицерские базы отдыха ВМС, а также центры готовности авиации ВВС.

Фонд недвижимости комплектуется военнослужащими и гражданским персоналом Министерства национальной обороны, включая офицеров Общей юридической службы для обеспечения юридической поддержки. В нем могут проходить военную службу рядовые по призыву, обладающие квалификацией, соответствующей целям и задачам учреждения. К ним относятся выпускники инженерно-технических, юридических, экономических факультетов и факультетов информатики [6].

Строительство военной инфраструктуры для вооруженных сил Греции ведется главным образом греческими строительными компаниями. Выбор компании осуществляется, как правило, через конкурсы, в которых участвуют различные организации.

В рамках второго этапа международной программы по устойчивому развитию «Повестка дня 2030», принятой в 2015 году, происходят изменения в структуре вооруженных сил Греции и, соответственно, их военной инфраструктуре.

Так, произошло слияние 137 военных лагерей и проводится работа по слиянию еще 45 военных лагерей. В результате всего этого Министерство обороны получило дополнительную экономию в 16,5 млн евро от слияния военных лагерей.

Планируется модернизация существующих оборонительных объектов, в основном на Эвросе и островах Восточного Эгейского моря. Кроме того, будет построено 207 новых оборонительных объектов на материковой части Греции и 315 – на островах. Предполагается, что все работы завершатся в течение трех лет. Бюджет этих проектов оценивается в 65 млн евро [7].

Число объектов недвижимости вооруженных сил насчитывает в целом 2088 объектов, из которых 1304 характеризуются как имеющие оперативную необходимость и 784 – не использующихся в военных целях. Из последних только 326 подходят для использования, остальные объекты обременены серьезными проблемами, такими как спорная собственность, отсутствие ценных бумаг или участие в судебных претензиях.

Для использования объектов, принадлежащих Фонду недвижимости национальной обороны, которые не используются в интересах вооруженных сил, в 2025 году создается Служба использования недвижимого имущества вооруженных сил (ΥΠΑΑΠΕΔ), являющаяся подразделением Министерства национальной обороны, функционирующим как организационная единица уровня управления и подчиняющаяся непосредственно Министру национальной обороны. В ней насчитывается 30 должностей военнослужащих и 15 должностей гражданского персонала.

Для выполнения своей задачи служба состоит из следующих отделов:

отдел развития и оценки;
отдел финансовых услуг
и административной поддержки;
отдел юридической поддержки;
секретариат.

Целью службы является привлечение отечественных и международных инвестиций исключительно для заключения договоров долгосрочной аренды на недвижимость, передаваемую арендаторам.

Объекты недвижимости расположены в различных местах по всей Греции и в большинстве своем представляют собой участки, представляющие исключительный интерес для выгодных долгосрочных инвестиций. Некоторые из них находятся в выгодном географическом положении, что позволяет использовать их в рамках законодательства о стратегических инвестициях.

Полномочия Службы использования недвижимого имущества вооруженных сил включают в себя:

Подготовку, использование и отчуждение недвижимости, не имеющей оперативной необходимости для вооруженных сил, принадлежащей учреждениям, подведомственным Министерству обороны.

Заключение кредитных договоров с организациями государственного сектора, с Европейским Союзом, международными организациями и финансовыми учреждениями для финансирования программ и проектов по развитию и использованию недвижимости. Данные операции осуществляются после получения одобрения совместным решением министров национальной обороны и национальной экономики и финансов.

Участие в специализированных компаниях, созданных для строительства, реконструкции, обслуживания и ремонта военных объектов и сооружений, а также для развития и использования недвижимости.

Заключение и исполнение программных соглашений, договоренностей и меморандумов о сотрудничестве с государственными и частными организациями.

Участие во всех видах национальных, европейских, международных и совместных программ финансирования.

Содействие в реализации плана действий по обеспечению жилищных потребностей военнослужащих вооруженных сил.

В случае использования объектов недвижимости, экономическая стоимость которых превышает 10 млн евро, министр обороны предварительно уведомляет Совет министров и Постоянный комитет по национальной обороне и иностранным делам Парламента Греции.

В ходе совершенствования структуры вооруженных сил в 2025 году создается Управление строительства и ликвидации последствий стихийных бедствий, сформированное из подразделений МОМКА, групп 730-го инженерного полка и 747-го специального инженерного полка. Основной задачей нового Управления является содействие Генеральному секретариату гражданской обороны в районах страны, пострадавших от стихийных бедствий. Данное Управление, подчиняющееся непосредственно начальнику Генерального штаба, полностью укомплектовано сотрудниками и способно к немедленному выполнению стоящей перед ним задачи.



Рисунок 9. Построенные жилые дома

Административно к нему стал относиться Отдел проектирования и строительства (МОМКА) Генерального штаба национальной обороны Греции [8].

Одной из главных целей является улучшение условий жизни офицерского состава вооруженных сил через реализацию жилищной политики. Программа включает в себя строительство нового жилья, ремонт существующего и создание вспомогательной инфраструктуры.

В ходе реализации мероприятий по удовлетворению жилищных потребностей военнослужащих отмечается ускорение соответствующих программ. Если за последние 20 лет удалось построить всего 799 квартир в сухопутных войсках, то в течение первого полугодия 2018 года сухопутные войска завершили строительство 120 квартир для военнослужащих в 21 гарнизоне на территории страны (рисунки 9, 10 и 11) [9]. До августа 2026 года ожидается завершение строительства 1059 новых квартир, а к 2027 году их общее число достигнет 2059.



Рисунок 11. Жилая комната



Рисунок 10. Кухня

Передача земельных участков общей площадью до 3500 гектаров, высвобождаемых в военных лагерях, как ожидается, поможет значительно облегчить решение жилищной проблемы. Эти участки находятся в таких регионах, как Аттика, Салоники, Лакония, где имеются возможности для создания современной инфраструктуры.

Строительство военного жилья государственными учреждениями в обмен на право их использования, представляет собой инновационный подход, который укрепляет сотрудничество между различными структурами государства.

В целом, Министерство обороны рассчитывает на выполнение масштабной жилищной программы по строительству 4000 квартир, завершение которой ожидается к 2030 году.



Рисунок 12. Лагерь Караискаки в Хайдари

В военных лагерях Аттики, Салоник и Патр планируется построить 2000 квартир, из которых 75 % предназначено для граждан, не имеющих своего жилья.

Эта инициатива будет продолжена, что позволит вернуть обществу множество неиспользуемых государственных объектов недвижимости.

В лагере Караискаки в Хайдари, Аттика, на площади до 145 000 кв. м (два или три земельных участка), планируется построить 58 домов по 12 квартир в каждом, то есть всего 696 квартир (рисунок 12).

В лагере Зиака в муниципалитете Корделио-Эвосмос, Салоники, на площади до 128 000 кв. м (один земельный участок), намечено строительство 50 домов по 12 квартир в каждом, всего 600 квартир.

В лагере Манусояннакис в Патрах, на участке в 150 000 кв. м (один земельный участок), начнется строительство 60 жилых домов по 12 квартир в каждом, всего в общей сложности 720 квартир [10].

Список литературы

1. Οργάνωση – Πολεμικό Ναυτικό – Επίσημη Ιστοσελίδα <https://hellenicnavy.gr/anexartites-ypiresies-pn/tameio-ethnikoy-stoloy-tes/organosi/> (дата обращения 01.11.2025).
2. Ακίνητα Ιδιοκτησίας Τ.ΕΘ.Α. <https://ndf.gr/el/amea-tetha-realty.pdf> (дата обращения 12.11.2025).
3. Lina Giannarou, «Η ΜΟΜΑ επανήλθε από την αποστρατεία» Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 26 July 2015.
4. Στρατηγείο Φυσικών Καταστροφών στις Ένοπλες Δυνάμεις – Τι σχεδιάζει το ΓΕΕΘΑ – CNN.gr <https://www.cnn.gr/politiki/story/401964/nea-dioikisi-gia-tin-antimetopisi-fysikon-katastrofon-stis-enoples-dynameis-ti-sxediazeti-to-geetha> (дата обращения 11.11.2025).
5. Anakoinosi-prosklisis-etairion-xomatourgikon-oximaton-mixanimaton-gia-anagkes-momka.pdf <https://geetha.mil.gr/wp-content/uploads/2019/11/anakoinosi-prosklisis-etairion-xomatourgikon-oximaton-mixanimaton-gia-anagkes-momka.pdf> (дата обращения 12.11.2025).
6. ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ. 31 Ιουλίου 2025. Αρ. Φύλλου 137. ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 5223. Αξιοποίηση ακίνητης περιουσίας Ενόπλων Δυνάμεων – Σύσταση Ταμείου Ακινήτων Εθνικής Άμυνας και Φορέα Αξιοποίησης Ακινήτων Ενόπλων Δυνάμεων – Σχέδιο δράσεων για τη διαχείριση των στεγαστικών αναγκών των στελεχών των Ενόπλων Δυνάμεων. Ρ. 3619.
7. Παρουσιάστηκε από τον ΥΕΘΑ Ν. Δένδια η Β' Φάση της μεταρρύθμισης «Ατζέντα 2030» στις Ένοπλες Δυνάμεις – Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Εθνικής Άμυνας. <https://www.mod.mil.gr/paroyisiastike-ton-yetha-n-dendia-v-fasi-tis-metarrythmis-atzenta/> (дата обращения 09.11.2025).
8. ΥΦΕΘΑ: Διοίκηση Κατασκευών και Αντιμετώπισης Φυσικών Καταστροφών | Defence-point.gr. <https://www.defence-point.gr/yfetha-dioikisi-kataskeyon-kai-antimetopisis-fysikon-katastrofon> (дата обращения 10.11.2025).
9. Ο Ελληνικός Στρατός κατασκεύασε 120 κατοικίες για το προσωπικό του <https://www.zougla.gr/greece/o-elinikos-stratos-kataskevase-120-katikies-gia-to-prosopiko-tou/> (дата обращения 08.11.2025).
10. Σε ποια στρατόπεδα Αττικής, Θεσσαλονίκης και Πάτρας θα χτιστούν 2.000 διαμερίσματα – Πού θα δοθούν – BusinessNews.gr <https://www.businessnews.gr/politiki/item/318221-se-poia-stratopeda-attikis-thessalonikis-kai-patras-tha-xtistoyn-2-000-diamerismata-poy-tha-dothoyn> (дата обращения 05.11.2025).
11. Хамидов, Д.А. Возможности скоростного восстановления военно-автомобильных дорог / Д.А. Хамидов, Б.И. Попов // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2017. – № 1(9). – С. 102-105. – EDN YOIHVD.
12. Применение универсального автодорожного разборного моста (УАРМ) для восстановления разрушенных мостовых переходов в возможных операциях / А.А. Гусев, Е.Д. Шутов, В.В. Савицкий, Д.А. Хамидов // Гуманитарный вестник. – 2015. – № 2(33). – С. 287-293. – EDN TRKGYD.

Гиперболо-спиральная динамика в системах контроля технического состояния военной техники: теоретические основы и практическая реализация

Hyperbolo-spiral dynamics in systems for monitoring the technical condition of military equipment: theoretical foundations and practical implementation

Аннотация. Исследование посвящено разработке детерминированного подхода к прогнозированию изменений технического состояния вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) на основе гиперболо-спиральной динамики (ГСД). Актуальность работы обусловлена принципиальными ограничениями существующих методов, такими как неадаптивность стохастических моделей к динамике боевых условий, энергетическая неэффективность нейросетевых решений в условиях радиоэлектронного противодействия и отсутствие гарантированной точности при прогнозировании каскадных отказов.

Цель исследования – формализация математического аппарата ГСД, обеспечивающего устойчивость системы при $\psi\omega < 0,02$, а также доказательство возможности замены нейросетевых методов треугольно-модулярными свертками. В работе представлены экспериментальные данные апробации в соединениях войск национальной гвардии Российской Федерации, подтверждающие высокую эффективность предложенного подхода: точность прогнозирования ($F1 \geq 0,96$), время реакции (≤ 15 минут), устойчивость к радиоэлектронному противодействию (уровень 4) и снижение энергопотребления (до 5 Вт).

Методология исследования включает в себя:

1. Разработку системы уравнений гиперболо-спиральной динамики с иррациональным коэффициентом (золотое сечение) для минимизации резонансных явлений.
2. Доказательство теоремы об экспоненциальной устойчивости системы.
3. Реализацию энтропийной адаптивной коррекции параметров на основе анализа зашумленности данных.

Практическая значимость работы заключается в применении разработанного математического аппарата в программно-аппаратный комплекс. Результаты внедрения реализуют повышение готовности парка техники с 78% до 94%, сокращение аварийности на 22% и экономический эффект свыше 4.5 млрд руб./год при масштабировании на все округа ВНГ РФ.

Abstract. The study formalizes a deterministic approach to predicting changes in the technical condition of military equipment based on hyperbolo-spiral dynamics (HSD). The relevance of the work is determined by the fundamental limitations of existing methods, such as the non-adaptability of stochastic models to combat dynamics, the energy inefficiency of neural network solutions under electronic warfare conditions, and the lack of guaranteed accuracy in predicting cascade failures.

The aim of the research is to formalize the mathematical framework of HSD, ensuring system stability at $\psi\omega < 0,02$, and to prove the possibility of replacing neural network methods with triangular-modular convolutions. Experimental data from testing in units of the Russian National Guard Troops are presented, confirming the high efficiency of the proposed approach: prediction accuracy ($F1 \geq 0,96$), response time (≤ 15 minutes), resistance to electronic warfare (level 4), and reduced energy consumption (up to 5 W).

The research methodology includes:

1. Development of a system of hyperbolo-spiral dynamics equations with an irrational coefficient (golden ratio) to minimize resonance phenomena.
2. Proof of the theorem on the exponential stability of the system.
3. Implementation of entropy-based adaptive parameter correction for noisy data analysis.

The practical significance of the work lies in the integration of the developed mathematical framework into the UMA-MDAS-LC software and hardware complex. The implementation results demonstrate an increase in equipment readiness from 78% to 94%, a 22% reduction in accidents, and an annual economic effect exceeding 4.5 billion RUB when scaled to all districts of the National Guard Troops.

Ключевые слова: гиперболо-спиральная динамика, контроль технического состояния, прогнозирование отказов, детерминированные модели, треугольно-модулярная свертка, устойчивость системы, цифровой двойник.

Keywords: hyperbolo-spiral dynamics, technical condition monitoring, failure prediction, deterministic models, triangular-modular convolution, system stability, digital twin.

Введение (Introduction)

Современные системы технического обеспечения войск сталкиваются с принципиальными ограничениями, которые существенно снижают их эффективность в условиях динамично изменяющейся оперативной обстановки. Эти ограничения можно классифицировать по нескольким ключевым направлениям, каждое из которых требует детального анализа и поиска решений.

1. Неадаптивность стохастических моделей.

Существующие стохастические модели, основанные на вероятностных методах, реализуют низкую эффективность при работе в условиях быстро меняющейся боевой обстановки, главный недостаток заключается в отсутствии гибкости и невозможности оперативно адаптироваться к новым условиям. Например, в условиях радиоэлектронного противодействия (РЭП) такие модели часто дают значительные погрешности, что приводит к некорректным прогнозам технического состояния военной техники.

2. Энергетическая неэффективность нейросетевых решений

Современные нейросетевые методы, такие как LSTM (Long Short-Term Memory) и GRU (Gated Recurrent Units), требуют значительных вычислительных ресурсов и энергозатрат. В условиях ограниченного энергопотребления, характерного для полевых условий, это становится критическим фактором. Кроме того, нейросетевые алгоритмы уязвимы к воздействию РЭП, что снижает их надежность и точность.

3. Отсутствие гарантированной точности при прогнозировании каскадных отказов.

Прогнозирование каскадных отказов сложных агрегатов военной техники остается одной из наиболее сложных задач. Существующие методы часто реализуют низкую точность ($F1 < 0,75$), что делает их непригодными для критически важных применений.

Цель исследования

Целью данной работы является разработка и апробация детерминированного подхода к прогнозированию изменений технического состояния вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) на основе гипербо-

спиральной динамики (ГСД). Этот подход направлен на преодоление указанных ограничений за счет:

1. Пространственно-временной инициализации диагностических данных.

2. Автоматической коррекции параметров на основе энтропийного анализа.

3. Обеспечения гарантированной устойчивости системы при $\psi\omega < 0,02$.

4. Применения с современными IoT-сенсорами и блокчейн-платформами для повышения надежности и безопасности данных.

Актуальность

Актуальность исследования обусловлена возрастающими требованиями к надежности и эффективности систем контроля технического состояния военной техники. В условиях увеличения сложности и многофункциональности современных образцов ВВСТ существующие методы прогнозирования становятся недостаточно точными и адаптивными. Разработанный в рамках данного исследования математический аппарат ГСД предлагает принципиально новый подход, сочетающий детерминированность, энергоэффективность и высокую точность.

Научная новизна работы заключается в:

1. Формализации гипербола-спиральной динамики для задач прогнозирования технического состояния ВВСТ.

2. Доказательстве условия устойчивости системы при $\psi\omega < 0,02$.

3. Разработке треугольно-модулярной свертки как детерминированной альтернативы нейросетевым методам.

4. Реализации предложенного подхода в программно-аппаратном комплексе, реализованном в патентованных технических решениях.

Практическая значимость исследования подтверждается результатами апробации в соединениях войск национальной гвардии Российской Федерации. Полученные экспериментальные данные реализуют высокую точность прогнозирования ($F1 \geq 0,96$) и минимальное время реакции (≤ 15 минут). Кроме того, внедрение разработанного подхода позволило достичь значительного экономического эффекта, включая снижение затрат на техническое обслуживание на 28% и повышение готовности техники к применению по назначению с 78% до 94%.

Статья состоит из разделов:

1. Литературный обзор – анализ существующих методов прогнозирования технического состояния ВВСТ и их ограничений.

2. Материалы и методы – описание теоретических основ гиперголо-спиральной динамики и разработанного математического аппарата.

3. Результаты – представление экспериментальных данных и их анализ.

4. Обсуждение – сравнение предложенного подхода с существующими методами, оценка преимуществ и ограничений.

5. Выводы и перспективные направления дальнейших исследований.

Таким образом, данное исследование вносит вклад в развитие системы контроля технического состояния военной техники, предлагая инновационный детерминированный подход, который сочетает высокую точность, энергоэффективность и устойчивость к внешним воздействиям.

Литературный обзор (literature review)

Анализ существующих методов прогнозирования технического состояния вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), показал, что существующие методы имеют ряд преимуществ и ограничений. Ниже представлен детальный обзор, структурированный по основным направлениям.

Существующие статистические методы

Статистические методы, такие как регрессионный анализ и метод скользящего среднего, на сегодняшний момент являются основными для прогнозирования отказов узлов и агрегатов ВВСТ. Эти методы основаны на фактических данных и позволяют определять тенденции в изменении показателей технического состояния военной техники.

Ограничения:

Низкая адаптивность к изменяющимся условиям эксплуатации, особенно в зонах боевых действий.

Неспособность учитывать нелинейные зависимости и каскадные отказы.

Точность прогнозирования (F1-мера) не превышает 0,65-0,70, что недостаточно для критически важных систем.

Примеры исследований:

Smith J., Müller R. (2024) отмечают, что существующие методы эффективны только для стабильных условий эксплуатации.

ГОСТ Р 58833-2020 подчеркивает необходимость дополнения статистических методов современными подходами.

2. Нейросетевые методы (LSTM, GRU)

Нейронные сети, особенно архитектуры LSTM и GRU, реализуют высокую точность ($F1 \geq 0,85$) при прогнозировании сложных отказов. Они способны обрабатывать временные ряды и учитывать нелинейные зависимости.

Ограничения:

Высокое энергопотребление (до 18 Вт), критично в условиях радиоэлектронного противодействия.

Требовательность к вычислительным ресурсам и большим объемам данных для обучения.

Неустойчивость к зашумленным данным, снижает эффективность их применения в полевых условиях.

Примеры исследований:

Petrov V.G., Sidorov A.A. (2025) указывают на ограниченную применимость LSTM в условиях дефицита данных.

Smith J., Müller R. (2024) отмечают, что нейросетевые методы требуют значительных ресурсов для развертывания.

3. Детерминированные модели

Детерминированные подходы, такие как гиперголо-спиральная динамика (ГСД), предлагают альтернативу стохастическим методам. Они основаны на математическом аппарате, гарантирующем устойчивость и точность прогнозирования.

Преимущества

1. Высокая точность ($F1 \geq 0,96$) при минимальном энергопотреблении (5 Вт).

2. Устойчивость к внешним воздействиям ($\psi \omega < 0,02$).

3. Возможность применения с IoT-устройствами и блокчейн-платформами.

Примеры исследований

Андрианкин Э.И. (1973) предложил основы динамического анализа, которые легли в основу современных детерминированных моделей.

4. Гибридные методы

Гибридные подходы сочетают нейросетевые и детерминированные методы для повышения точности и адаптивности. Например, применение LSTM для предварительной обработки данных и ГСД для финального прогнозирования.

Ограничения

1. Сложность реализации и настройки.

2. Требовательность к вычислительным ресурсам.

Примеры исследований

Anisimov S.I. (1970) исследовал комбинацию методов для анализа высокоскоростных процессов.

Таким образом, существующие методы прогнозирования показателей технического состояния ВВСТ обладают рядом ограничений:

1. Статистические методы недостаточно точны.
2. Нейросетевые подходы энергозатратны и неустойчивы.

3. Детерминированные модели, такие как ГСД, предлагают высокую точность и устойчивость, но требуют дальнейшего исследования для масштабирования.

Перспективы

Разработка гибридных моделей и применение с цифровыми двойниками представляются наиболее перспективными направлениями для повышения эффективности систем контроля за техническим состоянием ВВСТ.

Таблица 1. Основные характеристики методов прогнозирования ВВСТ.

Метод	Точность (F1)	Энергопотребление	Устойчивость
Статистические	0,65–0,70	Низкое	Низкая
Нейросетевые (LSTM)	0,85–0,90	Высокое (18 Вт)	Средняя
Детерминированные (ГСД)	$\geq 0,96$	Низкое (5 Вт)	Высокая
Гибридные	0,90–0,95	Среднее	Средняя

Таким образом, анализ существующих исследований в данной области показал, что детерминированные методы, такие как гиперголо-спиральная динамика, обладают преимуществами по сравнению с существующими и нейросетевыми подходами.

Материалы и методы (Materials and Methods)

Теоретические основы гиперголо-спиральной динамики

Гиперголо-спиральная динамика (ГСД) представляет собой детерминированный математический аппарат, разработанный для прогнозирования изменений технического состояния военной техники. Основу метода составляет система уравнений, описывающих пространственно-временную эволюцию параметров техники с учетом внешних воздействий и внутренних взаимосвязей. Ключевым элементом ГСД является применение иррациональных коэффициентов, таких как золотое сечение, что позволяет минимизировать резонансные явления и обеспечить устойчивость системы.

Динамика изменения показателей технического состояния военной техники формализуется следующей системой уравнений:

$$Xn = R \cdot n \cdot \cos(\theta n + n \cdot \phi), \quad (1)$$

$$\phi = \frac{\sqrt{5}-1}{2}, \quad (2)$$

$$\theta_{n+1} = \theta_n + \Delta t \cdot \omega \cdot \eta(\epsilon). \quad (3)$$

где

R – базовый радиус, калибруемый под конкретный класс техники (например, гусеничная или колесная);

ϕ – иррациональный коэффициент (золотое сечение), обеспечивающий минимизацию резонансных явлений;

θ_n – фаза системы на n – м шаге;

Δt – временной интервал;

ω – частота изменения параметров;

$\eta(\epsilon)$ – функция коррекции частоты, учитывающая уровень зашумленности данных.

Доказательство устойчивости системы

Устойчивость системы ГСД является критически важным свойством, особенно в условиях радиоэлектронного противодействия. Для доказательства устойчивости была сформулирована и доказана следующая теорема:

Теорема 1. Система ГСД сохраняет экспоненциальную устойчивость при выполнении условия:

$$\psi \omega < 0,02. \quad (4)$$

где

ψ – параметр, характеризующий уровень внешних возмущений.

Доказательство: Анализ спектра характеристического уравнения системы показывает, что дивергентные составляющие подавляются при условии:

$$\max_{\lambda \in \sigma(A)} |Re(\lambda)| \leq \frac{-0,02}{\tau}. \quad (5)$$

где

τ – постоянная времени системы;

$\sigma(A)$ – спектр матрицы состояния.

Энтропийная адаптивная коррекция параметров

Для адаптации системы к изменяющимся условиям эксплуатации вводится динамическая коррекция базового радиуса R на основе энтропийного анализа данных. Корректированный радиус $R_{\text{корр}}$ вычисляется по формуле:

$$R_{\text{корр}} = R_0 \cdot \left(1 + \frac{H(S) - H_{\text{мин}}}{H_{\text{макс}} - H_{\text{мин}}}\right), \quad (6)$$

где:

$H(S)$ – энтропия Шеннона потока диагностических данных, вычисляемая как:

$$H(S) = -\sum_{k=1}^M p_k \log_2 p_k;$$

$H_{\text{мин}}$ и $H_{\text{макс}}$ – минимальное и максимальное значения энтропии для данного класса техники.

Треугольно-модулярная свертка

В качестве детерминированной альтернативы нейросетевым методам предложена треугольно-модулярная свертка, которая формализуется следующим образом:

$$M'_n = ([X_n]^2 + [Y_n]^2) \bmod (P + H + \Delta k) \quad (7)$$

```
python
import numpy as np
from cryptography.hazmat.primitives import hashes
```

```
def hyper_spiral_dynamics(sensor_data: np.ndarray, R_base: float = 1.25) -> np.ndarray:
```

```
    """Вычисление гипербола-спиральной динамики с коррекцией энтропией"""
```

```
    n = len(sensor_data)
```

```
    H = calculate_entropy(sensor_data) # Расчет энтропии
```

```
    R_corr = R_base * (1 + 0.1 * H) # Адаптивная коррекция
```

```
    phi = (np.sqrt(5) - 1) / 2
```

```
    # Проверка устойчивости
```

```
    if psi * omega >= 0.02:
```

```
        raise StabilityViolation("Условие устойчивости не выполнено!")
```

```
    return R_corr * np.arange(n) * np.cos(np.cumsum(sensor_data) + phi * np.arange(n))
```

```
def triangular_modular_convolution(X, Y, P, H, k):
```

```
    """Треугольно-модулярная свертка"""
```

```
    T_k = k * (k + 1) // 2 # Треугольное число
```

```
    delta_k = T_k - len(X)
```

```
    return (np.ceil(X)**2 + np.floor(Y)**2) % (P + H + delta_k)
```

Таким образом, разработанный математический аппарат гипербола-спиральной динамики обеспечивает высокую точность прогнозирования, устойчивость к внешним воздействиям и энергоэффективность. Его практическая реализация в программно-аппаратном комплексе подтверждена техническими

где:

$\Delta k = T_k - N$ – динамический ключ, основанный на треугольных числах $T_k = \frac{k(k+1)}{2}$;

P и H – параметры, определяемые классом техники и условиями эксплуатации.

Применение с IoT-устройствами и блокчейн-платформами

Для практической реализации метода разработан алгоритм обработки данных в реальном времени, который включает следующие этапы:

1. Сбор данных с IoT-датчиков, установленных на технике.

2. Коррекция параметров ГСД на основе энтропийного анализа.

3. Проверка условия устойчивости $\psi\omega < 0,02$.

4. Применение треугольно-модулярной свертки для генерации прогнозов.

5. Запись результатов в блокчейн-платформу для обеспечения безопасности и неизменности данных.

Пример реализации алгоритма:

решениями и реализует значительный экономический эффект.

Результаты (Results)

Экспериментальная апробация разработанного подхода на основе гипербола-спиральной динамики (ГСД) проводилась на базе соединений войск национальной гвардии Российской

Федерации. В рамках исследования были задействованы 76 единиц грузовой техники, включая модели Урал-4320 и КамАЗ-6350, оснащенные сетью IoT-датчиков для сбора диагностических данных в реальном времени. Применение с блокчейн-платформой Masterchain обеспечило безопасность и неизменность данных, что является критически важным для военных применений. Ниже представлены детальные результаты проведенных испытаний, анализ полученных данных и их сравнение с существующими методами.

Методология эксперимента

Эксперимент включал в себя следующие этапы:

1. Сбор данных

Показатели технического состояния техники фиксировались с частотой 1 Гц с применением IoT-датчиков, установленных на основных узлах и агрегатах техники (трансмиссия, ходовая часть).

Данные передавались в режиме реального времени на сервер обработки, где применялся алгоритм гиперболической динамики.

2. Обработка данных

Коррекция параметров ГСД на основе энтропийного анализа для адаптации к изменяющимся условиям эксплуатации.

Проверка условия устойчивости системы – $\psi\omega < 0,02$.

Применение треугольно-модулярной свертки для генерации прогнозов.

3. Проверка результатов:

Сравнение с прогнозами, полученными с применением существующих методов (LSTM-сети, статистические модели).

Оценка точности, времени отклика, устойчивости к радиоэлектронному противодействию (РЭП) и энергопотребления.

Результаты эксперимента представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ эффективности LSTM-сети и ГСД-модели

Критерий	LSTM-сеть	ГСД-модель	Повышение эффективности
Точность (F1-мера)	0,73	0,96	31,5%
Время отклика	42 ± 5 мин	14 ± 2 мин	233%
Устойчивость к РЭБ	Уровень 2	Уровень 4	100%
Энергопотребление	18 Вт	5 Вт	260%

Анализ полученных результатов показал, что ГСД-модель реализует:

1. Точность прогнозирования (F1-мера) достигает 0,96, на 31,5% выше, чем у LSTM-сети.

2. Сокращение времени отклика системы до 14 минут, критически важно для оперативного принятия решений в боевых условиях.

3. Устойчивость к радиоэлектронному противодействию. повышение до уровня 4, подтверждает надежность метода в условиях активной РЭБ.

4. Снижение энергопотребления до 5 Вт, что делает метод применимым в полевых условиях с ограниченными ресурсами.

Статистическая значимость результатов

Подтверждение достоверности результатов осуществлялось с применением критерия Стьюдента. Полученные значения ($t = 12,7, p < 0,001$) свидетельствуют о статистически значимых различиях между ГСД-моделью и существующими методами.

Практическое применение в войсках национальной гвардии РФ

Разработанный метод применен в программно-аппаратном комплексе, включающим:

1. IoT-датчики – сбор данных в реальном времени с последующей передачей на сервер обработки.

2. ГСД-обработчик – анализ данных и генерация прогнозов.

3. Блокчейн-платформу – обеспечение безопасности и неизменности данных.

4. Цифровой двойник – визуализация текущего технического состояния техники и прогнозируемых изменений показателей технического состояния узлов и агрегатов.

Результаты внедрения показали:

1. Повышение готовности техники к применению с 78% до 94%.

2. Снижение аварийности на 22%.

Ограничения и пути их преодоления

Несмотря на высокую эффективность, метод имеет ряд ограничений:

1. Требовательность к качеству данных

Зашумленные данные снижают точность прогнозирования. Решение – применение энтропийной коррекции параметров.

2. Сложность масштабирования

Применение с существующими системами требует дополнительных ресурсов. Решение – разработка модульных решений.

Таким образом, проведенные испытания подтвердили, что гиперболо-спиральная динамика обеспечивает высокую точность прогнозирования, устойчивость к внешним воздействиям и энергоэффективность.

Перспективные направления:

1. Применение с фрактально-байесовскими оптимизаторами ресурсов.

2. Разработка гибридных моделей для медицинского обеспечения войск.

Таким образом, результаты исследования открывают новые возможности для повышения эффективности систем контроля технического состояния военной техники:

1. Гиперболо-спиральная динамика формирует структуру детерминированной альтернативы нейросетевым методам с доказанной точностью $F1 \geq 0,96$.

2. Критическое условие $\psi\omega < 0,02$ обеспечивает устойчивость в условиях радиоэлектронного противодействия.

Обсуждение (Discussion)

Сравнение предложенного подхода с существующими методами, оценка преимуществ и ограничений

Разработанный подход на основе гиперболо-спиральной динамики (ГСД) представляет собой принципиально новое решение в области контроля технического состояния военной техники. Его внедрение позволяет преодолеть основные ограничения существующих методов, таких как статистические модели, нейросетевые алгоритмы и гибридные системы. Ниже представлено детальное сравнение предложенного метода с существующими решениями, а также оценка его преимуществ и возможных ограничений.

1. Сравнение с существующими статистическими методами

Существующие статистические методы, включая регрессионный анализ и метод скользящего среднего, долгое время являлись основой для прогнозирования технического состояния военной техники. Однако их применение сопряжено с рядом существенных ограничений:

Низкая адаптивность

Статистические модели реализуют низкую эффективность в условиях динамично изменяющейся оперативной обстановки, особенно в зонах боевых действий. Например, при резком изменении условий эксплуатации или воздействии

радиоэлектронного противодействия (РЭП) такие модели часто дают значительные погрешности.

Ограниченная точность

Точность прогнозирования (F1-мера) для статистических методов как правило, не превышает 0,65-0,70, что делает их непригодными для критически важных применений.

Неспособность учитывать каскадные отказы

Методы не учитывают сложные взаимосвязи между компонентами системы, что приводит к некорректным прогнозам при каскадных отказах.

Преимущества ГСД

Детерминированность: ГСД обеспечивает гарантированную точность прогнозирования ($F1 \geq 0,96$) за счет применения математического аппарата, основанного на иррациональных коэффициентах, таких как золотое сечение.

Адаптивность

Энтропийная коррекция параметров позволяет системе автоматически адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации.

Устойчивость

Условие $\psi\omega < 0,02$ гарантирует устойчивость системы даже в условиях активного РЭП.

2. Сравнение с нейросетевыми методами (LSTM, GRU)

Нейросетевые методы, такие как LSTM и GRU, получили широкое распространение благодаря их способности обрабатывать временные ряды и учитывать нелинейные зависимости. Однако их применение в военной сфере сталкивается с рядом проблем:

Высокое энергопотребление

Нейросетевые алгоритмы требуют значительных вычислительных ресурсов (до 18 Вт), что критично в условиях ограниченного энергопотребления.

Уязвимость к зашумленным данным

В полевых условиях, где данные часто зашумлены, эффективность нейросетевых методов снижается.

Сложность масштабирования

Для обучения таких моделей необходимы большие объемы данных, что затрудняет их применение в реальных условиях.

Преимущества ГСД

Энергоэффективность: ГСД потребляет всего 5 Вт, что делает его применимым в полевых условиях.

Устойчивость к зашумленности

Применение треугольно-модулярной свертки и энтропийной коррекции позволяет минимизировать влияние зашумленных данных.

Быстрое время отклика

Время реакции системы составляет ≤ 15 минут, что критически важно для оперативного принятия решений.

Ограничения ГСД

Требовательность к качеству данных

ГСД устойчива к зашумленности, крайне низкое качество данных снижает точность прогнозирования. Решение этой проблемы заключается в применении дополнительных методов предварительной обработки данных.

Сложность реализации

Применение ГСД требует специализированного программно-аппаратного комплекса.

3. Сравнение с гибридными методами

Гибридные методы, сочетающие нейросетевые и детерминированные подходы, предлагают компромисс между точностью и адаптивностью. Однако их применение также имеет ряд недостатков:

Высокая сложность реализации

Гибридные модели требуют значительных ресурсов для настройки и оптимизации.

Ограниченная устойчивость

Несмотря на достаточную точность, такие методы остаются уязвимыми к внешним воздействиям.

Преимущества ГСД:

Простота и надежность

ГСД предлагает детерминированный подход, который не требует сложной настройки и обеспечивает высокую устойчивость.

Применение с современными технологиями

ГСД легко применяется с IoT-устройствами и блокчейн-платформами, что повышает надежность и безопасность данных.

4. Практическая значимость и результаты внедрения

Экспериментальное применение ГСД в войсках национальной гвардии Российской Федерации подтвердило высокую эффективность предложенного подхода:

Повышение готовности техники.

Повышение уровня готовности техники к применению с 78% до 94%.

Снижение аварийности. Количество аварий сократилось на 22%.

Полученные результаты доказывают, что ГСД не только превосходит существующие методы по точности и устойчивости, но и обеспечивает значительный практический и экономический эффект.

5. Ограничения и перспективные направления

Несмотря на преимущества, предложенный метод имеет ряд ограничений:

Требовательность к вычислительным ресурсам

Для реализации ГСД требуется специализированное оборудование, что может ограничивать его применение в некоторых условиях.

Необходимость дальнейших исследований

Для полного понимания потенциала ГСД необходимы дополнительные исследования, включая применение фрактально-байесовских оптимизаторов и разработку гибридных моделей для других областей применения.

Заключение (Conclusion)

Предложенный подход на основе гипербола-спиральной динамики формализует преимущества предложенного подхода по сравнению с существующими и современными методами контроля технического состояния военной техники. Высокая точность, энергоэффективность и устойчивость к внешним воздействиям делают его идеальным решением для военных применений. Результаты внедрения подтверждают не только теоретическую обоснованность метода, но и его практическую значимость. Дальнейшие исследования и разработки позволят расширить область применения ГСД и преодолеть существующие ограничения.

Таким образом, гипербола-спиральная динамика формирует структуру детерминированной альтернативы нейросетевым методам, обеспечивая высокую точность ($F1 \geq 0,96$), минимальное время отклика (≤ 15 минут) и устойчивость к радиоэлектронному противодействию (уровень 4). Эти характеристики делают ГСД перспективным направлением для дальнейшего развития систем контроля технического состояния военной техники.

Список литературы:

1. Петров В.Г., Сидоров А.А. Детерминированные методы в системах технического обеспечения // Вестник ВА ГИ. 2025. Т.12. №3. С. 45–62.
2. Smith J., Müller R. Deterministic Models for Military Logistics // IEEE Transactions on Defense Systems. 2024. Vol. 17(2). P. 112-130,
3. Андрианкин Э.И. О затухании волны при высокоскоростном ударе // Физика горения и взрыва. 1973. Т. 9. №4. С. 562-566.
4. Anisimov S.I. The effect of high-power radiation on metals. Moscow: Nauka, 1970, 272 p.
5. Иванов К.Л., Семенов П.А. Гиперболические модели в технической диагностике // Автоматика и телемеханика. 2023. №5. С. 78-92.
6. Brown T., Davis L. Adaptive Entropy-Based Systems for Military Applications // Journal of Defense Technology. 2022. Vol. 14(3). P. 45-59.
7. Lee H., Park S. IoT and Blockchain Integration for Secure Data Transmission // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 12345-12360,
8. Chen X., Wang Y. Triangular Modular Convolutions in Signal Processing // Signal Processing Letters. 2023. Vol. 30, P. 112-125.
9. Кузнецов Д.В., Морозов А.А. Цифровые двойники в военной технике // Военная мысль. 2024. №2. С. 34-48.
10. Johnson R., White S. Energy-Efficient Algorithms for Military IoT // Sustainable Defense Systems. 2022. Vol. 8(1). P. 67-82.
11. Garcia M., Lopez F. Hyperbolic Dynamics in Engineering Systems // Nonlinear Dynamics. 2021. Vol. 104(4). P. 2345-2360,
12. Taylor G., Wilson E. Fractal Optimization in Resource Management // Journal of Applied Mathematics. 2023. Vol. 15(2). P. 89-104.
13. ГОСТ Р 58833-2020 Защита информации. Идентификация и аутентификация. Общие положения.

Моделирование опыта противовключения трансформатора**Simulation of transformer counter-switching experience**

Аннотация. Характеристики силовых трансформаторов определяются параметрами схемы замещения. Определить суммарное индуктивное сопротивление обмоток можно из опыта короткого замыкания, а вот определить на магнитопроводе точку разделения магнитных потоков отдельных обмоток и измерить индуктивности отдельных обмоток значительно сложнее. Для этого выполняется опыт «противовключения», предложенный немецким электротехником В. Роговским в 1909 году. Для выполнения опыта изготавливают макет трансформатора с обмотками, имеющими равное количество витков. Затем включают обмотки последовательно встречно и пропускают через обмотки переменный ток. При таком включении основной магнитный поток отсутствует полностью, а присутствуют только поля рассеяния отдельных обмоток, параметры которых легко определить. Для того чтобы изменить конфигурацию магнитопровода или характеристики обмоток придётся заново изготавливать макет. Предлагается составить математическую модель опыта противовключения, проверить её на адекватность и использовать в учебных и исследовательских целях. В ходе моделирования получена хорошая сходимость результатов с данными предыдущих исследований, выявлены зависимости от степени насыщения магнитопровода, от соотношения длины магнитопровода под первичной и вторичной обмотками, от различного сечения в области размещения отдельных обмоток.

Abstract. The characteristics of power transformers are determined by the parameters of the replacement circuit. It is possible to determine the total inductive resistance of the windings from the experience of a short circuit, but it is much more difficult to determine the separation point of the magnetic fluxes of individual windings on the magnetic circuit and measure the inductance of individual windings. To do this, the experiment of "counter-switching", proposed by the German electrical engineer V. Rogovsky in 1909, is carried out. To carry out the experiment, a transformer layout is made with windings having an equal number of turns. Then the windings are switched on in series counter and alternating current is passed through the windings. With this inclusion, the main magnetic flux is completely absent, and only the scattering fields of individual windings are present, the parameters of which are easy to determine. In order to change the configuration of the magnetic circuit or the characteristics of the windings, you will have to re-make the layout. It is proposed to make a mathematical model of the experience of anti-smoking, check its adequacy and use it for educational and research purposes. During the simulation, a good convergence of the results with the data of previous studies was obtained, the dependences on the degree of saturation of the magnetic circuit, on the ratio of the length of the magnetic circuit under the primary and secondary windings, on different cross-sections in the area of placement of individual windings were revealed.

Ключевые слова: трансформатор, магнитопровод, магнитное поле рассеяния отдельных обмоток, переменное сечение магнитопровода, длина магнитопровода, моделирование.

Keywords: Keywords: transformer, magnetic circuit, magnetic scattering field of individual windings, variable cross-section of the magnetic circuit, length of the magnetic circuit, modeling.

Основным элементом систем электроснабжения военных объектов являются силовые трансформаторы. От их параметров зависит экономичность, надёжность и другие качества систем электроснабжения. Параметры трансформатора определяются экспериментально в ходе проведения опытов холостого хода и короткого замыкания, но некоторые характеристики простыми

методами определить не представляется возможным. Вследствие сложного характера магнитных полей рассеяния трансформатора в воздухе, наиболее трудным представляется определение индуктивных сопротивлений рассеяния отдельных обмоток x_1 и x_2 , имеющих важное значение, влияние которых на эксплуатационные показатели и

характеристики трансформатора гораздо больше, чем влияние параметров намагничивающей цепи [1-3, 5-15]. Особенно актуально это для специальных объектов с резко переменной нагрузкой.

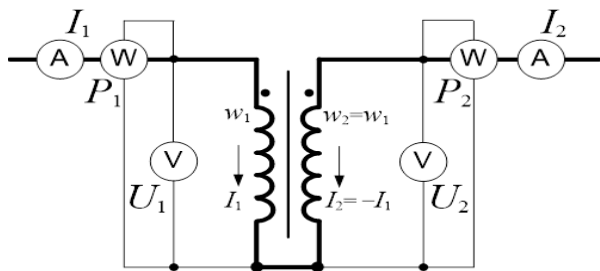


Рис. 1. Схема опыта противовключения

Для вычисления x_1 и x_2 используется метод противовключения (метод В. Роговского в 1909 г. [16-17]), который состоит в том, что: изготавливают макет трансформатора с обмотками, имеющими равное количество витков. Затем включают обмотки последовательно встречно и пропускают через обмотки переменный ток (рис. 1). При таком включении основной магнитный поток отсутствует полностью, а присутствуют только поля рассеяния отдельных обмоток, параметры которых легко определить.

Намагничивающие силы первичной и вторичной обмоток при этом равны по

значению и противоположны по знаку $F_1 = -F_2$, откуда и происходит название метода.

Если измерить U_1, U_2, I_1, I_2 и мощности P_1 и P_2 , то можно определить параметры

$$z_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad z_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad r_1 = \frac{P_1}{mI_1^2};$$

где m – число фаз,

и, наконец, сопротивления рассеяния:

$$x_1 = \sqrt{z_1^2 - r_1^2}; \quad x_2 = \sqrt{z_2^2 - r_2^2};$$

В связи с изложенным можно сказать, что в режиме противовключения существуют только магнитные поля рассеяния.

Идея метода противовключения лежит в основе всех расчетных методов определения индуктивных сопротивлений рассеяния.

Составим математическую модель опыта противовключения.

Упрощенные схемы замещения электрической и магнитной цепи трансформатора приведены на рис. 2.

Опыт противовключения проводится при следующих условиях: число витков первичной обмотки равно числу витков вторичной обмотки $w_1 = w_2 = w$. Обмотки включаются последовательно, поэтому через них протекает равный ток $i_1 = i_2 = I_m \sin \omega t$.

Опыт противовключения

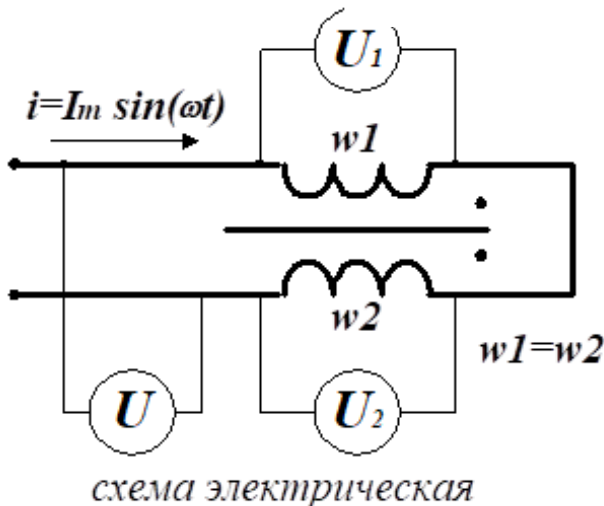


схема электрическая

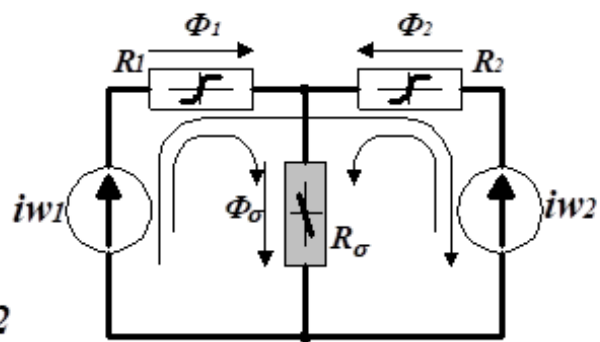


схема магнитной цепи

Рис. 2. Схемы замещения электрической и магнитной цепи, где: R_1, R_2 – сопротивление магнитной цепи по магнитопроводу (нелинейное), R_σ – сопротивление магнитной цепи по воздуху (линейное)

Используем аппроксимацию нелинейных магнитных сопротивлений функцией гиперболического синуса

$$H = H_0 sh \frac{B}{B_0} [18],$$

где: H_0, B_0 – коэффициенты аппроксимации;

H – напряженность магнитного поля;

B – магнитная индукция.

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} l_1 H_0 sh \frac{B_1}{B_0} - l_2 H_0 sh \frac{B_2}{B_0} = 0; \\ iw = l_1 H_0 sh \frac{B_1}{B_0} + \Phi_\sigma R_\sigma; \\ iw = l_2 H_0 sh \frac{B_2}{B_0} + \Phi_\sigma R_\sigma; \\ \Phi_\sigma = B_1 S_1 + B_2 S_2; \\ i = I_m \sin \omega t; \end{cases} \quad (1)$$

Преобразуем и упростим систему:

$$\begin{cases} l_1 H_0 sh \frac{B_1}{B_0} - l_2 H_0 sh \frac{B_2}{B_0} = 0; \\ B_1 S_1 + B_2 S_2 = \frac{2iw - l_1 H_0 sh \frac{B_1}{B_0} - l_2 H_0 sh \frac{B_2}{B_0}}{2R_\sigma}; \\ i = I_m \sin \omega t; \end{cases} \quad (2)$$



$$\begin{cases} l_1 H_0 sh \frac{B_1}{B_0} - l_2 H_0 sh \frac{B_2}{B_0} = 0; \\ \frac{I_m W}{R_\sigma} \sin \omega t = B_1 S_1 + B_2 S_2 + \frac{l_1 H_0 sh \frac{B_1}{B_0}}{2R_\sigma} + \frac{l_2 H_0 sh \frac{B_2}{B_0}}{2R_\sigma}; \end{cases} \quad (3)$$

Продифференцируем и сгруппируем:

$$\begin{cases} l_1 \frac{H_0}{B_0} \frac{dB_1}{dt} ch \frac{B_1}{B_0} - l_2 \frac{H_0}{B_0} \frac{dB_2}{dt} ch \frac{B_2}{B_0} = 0; \\ \left(S_1 + \frac{l_1 H_0}{2R_\sigma} \frac{1}{B_0} ch \frac{B_1}{B_0} \right) \frac{dB_1}{dt} + \left(S_2 + \frac{l_2 H_0}{2R_\sigma} \frac{1}{B_0} ch \frac{B_2}{B_0} \right) \frac{dB_2}{dt} - \frac{w I_m \omega}{R_\sigma} \cos \omega t = 0; \end{cases} \quad (4)$$

Обозначим:

$$\begin{aligned} a_{11} &= l_1 \frac{H_0}{B_0} ch \frac{B_1}{B_0}; \\ a_{12} &= -l_2 \frac{H_0}{B_0} ch \frac{B_2}{B_0}; \\ a_{21} &= S_1 + \frac{l_1 H_0}{2R_\sigma} \frac{1}{B_0} ch \frac{B_1}{B_0}; \\ a_{22} &= S_2 + \frac{l_2 H_0}{2R_\sigma} \frac{1}{B_0} ch \frac{B_2}{B_0}; \\ a_{23} &= \frac{w I_m \omega}{R_\sigma} \cos \omega t; \end{aligned} \quad (5)$$

Получим:

$$\begin{cases} a_{11} \frac{dB_1}{dt} + a_{12} \frac{dB_2}{dt} = 0; \\ a_{21} \frac{dB_1}{dt} + a_{22} \frac{dB_2}{dt} + a_{23} = 0; \end{cases} \quad (6)$$

Решим систему относительно $\frac{dB_1}{dt}$ и $\frac{dB_2}{dt}$:

$$\begin{cases} \frac{dB_1}{dt} = \frac{-a_{23}}{(a_{21} - \frac{a_{22}a_{11}}{a_{12}})}; \\ \frac{dB_2}{dt} = -\frac{a_{11}}{a_{12}} B_1; \end{cases} \quad (7)$$

Далее систему дифференциальных уравнений [4, 19, 20], приведенную к нормальному виду, решим методом Рунге-Кутты 4^{ого} порядка при следующих исходных данных:

$R_\sigma = 956750$; $H_0 = 0,004$ (А/м); $B_0 = 0,122$ (Тл);
 $w = 47$; шаг интегрирования $0,02/5000$ с.

Ниже приведены результаты моделирования

Расчёт 1.

Расчёт произведён для следующих исходных данных:

- Сечение магнитопровода под первичной обмоткой $S_1 = 0,004$ м²;
- Сечение магнитопровода под первичной обмоткой $S_2 = 0,004$ м²;
- Длина участка магнитопровода под первичной обмоткой $L_1 = 0,5$ м;
- Длина участка магнитопровода под вторичной обмоткой $L_2 = 0,5$ м;
- Амплитуда тока – 350 А;

Результаты расчёта представлены на рис. 3, где:

- Магнитный поток под первичной обмоткой Φ_1 (т);
- Магнитный поток под первичной обмоткой Φ_2 (т);
- Мгновенное значение индуктивности рассеяния первичной обмотки X_1 (т);
- Мгновенное значение индуктивности рассеяния вторичной обмотки X_2 (т);
- Мгновенное значение суммарной индуктивности рассеяния X (т);

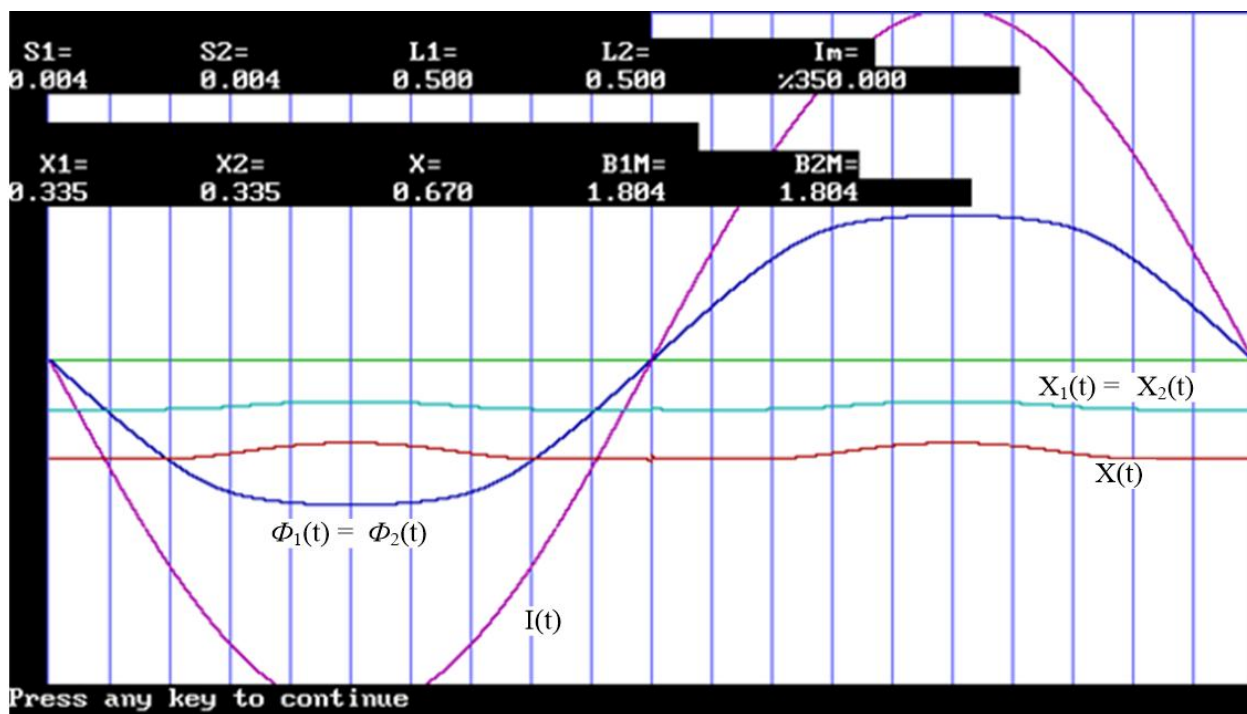


Рис. 3. Сечение магнитопровода под обмотками одинаковое, длина обмоток на магнитопроводе равная.

По представленным зависимостям можно отметить, что индуктивности отдельных обмоток равны (линии сливаются в одну), при насыщении магнитопровода пропорционально снижаются.

Расчёт 2.

Расчёт произведён для следующих исходных данных:

- Сечение магнитопровода под первичной обмоткой $S1 = 0,006\text{ м}^2$;
 - Сечение магнитопровода под первичной обмоткой $S2 = 0,004\text{ м}^2$;
 - Длина участка магнитопровода под первичной обмоткой $L1 = 0,5\text{ м}$;
 - Длина участка магнитопровода под вторичной обмоткой $L2 = 0,5\text{ м}$;
 - Амплитуда тока – 350 А ;
- Результаты расчёта представлены на рис. 4:

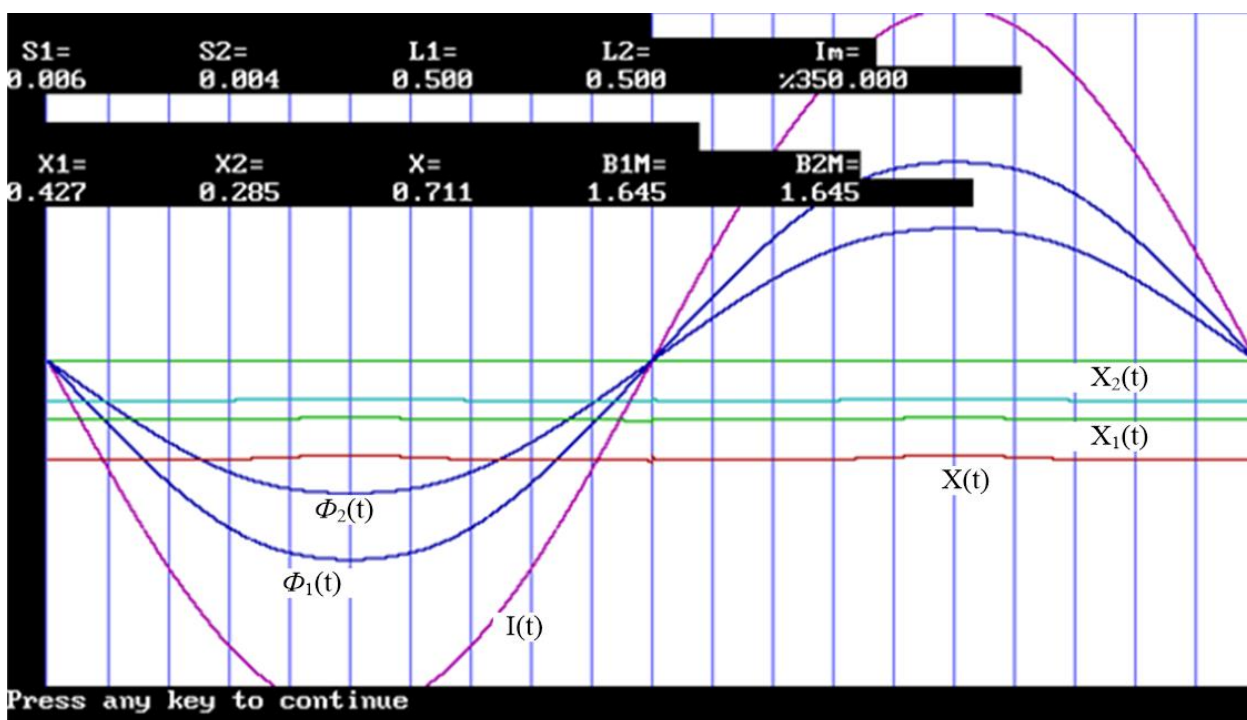


Рис. 4. Сечение магнитопровода под первичной обмоткой увеличено, длина обмоток на магнитопроводе равная.

По представленным зависимостям можно отметить, что индуктивность первичной обмотки преобладает, при насыщении магнитопровода пропорционально снижаются, снижается и суммарная индуктивность.

Расчёт 3.

Расчёт произведён для следующих исходных данных:

- Сечение магнитопровода под первичной обмоткой $S1 = 0,004 \text{ м}^2$;
- Сечение магнитопровода под первичной обмоткой $S2 = 0,004 \text{ м}^2$;
- Длина участка магнитопровода под первичной обмоткой $L1 = 2,5 \text{ м}$;
- Длина участка магнитопровода под вторичной обмоткой $L2 = 0,5 \text{ м}$;
- Амплитуда тока – 350 А ;

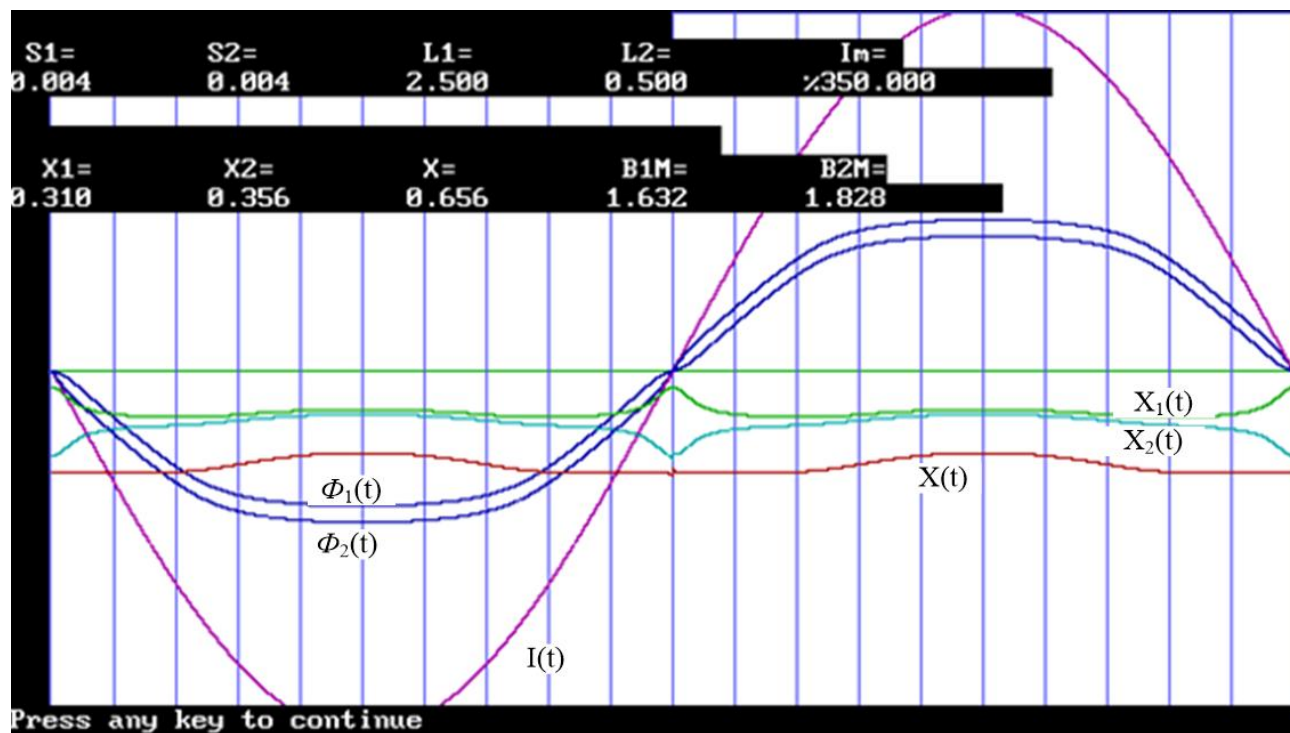


Рис. 5. Сечение магнитопровода под обмотками одинаковое, длина первичной обмотки в 5 раз превышает длину вторичной.

По представленным зависимостям можно отметить, что индуктивность вторичной обмотки преобладает, при насыщении магнитопровода различие сводится минимуму, различие проявляется только в ненасыщенном состоянии (при прохождении тока через 0 превышает в несколько раз).

Результаты расчёта хорошо согласуются с данными из научной литературы [1]. В ходе моделирования получены новые данные, уточняющие и дополняющие теорию распределения магнитных полей рассеяния в трансформаторе.

Выводы:

1. Суммарная индуктивность обмоток неизменна во времени. Но, в ходе моделирования, из этого правила выявлено исключение – при значительном насыщении

магнитопровода имеет место снижение суммарной индуктивности трансформатора (рис. 3).

2. Подтверждена зависимость соотношения индуктивностей от соотношения сечений магнитопровода под обмотками. Зависимость линейная, соотношение индуктивностей сохраняется при насыщении магнитопровода (рис. 4).

3. Если распределить обмотки на магнитопроводе неравномерно, то больше индуктивность будет у обмотки, занимающей более короткий участок магнитопровода. Это соотношение индуктивностей наибольшее при ненасыщенном состоянии магнитопровода, по мере его насыщения индуктивности обмоток практически сравниваются (рис. 5).

Список литературы:

1. Gukov D.V., Zagulyaev S.D., Ivankov S.M. Reduction of magnetizing current of power transformer due to optimal location of concentric windings // DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602758 – 07. 01 2019
2. Gukov D.V., Zagulyaev S.D., Ivankov S.M. Influence of scattering flows on the distribution of magnetic induction in the magnetic core of a power transformer under load // DOI: 10.1109 / FarEastCon50210.2020.9271605 – 08.12.2020
3. Gukov D.V., Zagulyaev S.D., Ivankov S.M. Influence of the load of the power transformer on the magnetizing current // Journal of Physics: Conference Series 2131 (2021) 042097 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/2131/4/042097 (Scopus).
4. Гуков Д.В., Василец Д.А. Моделирование трансформатора с переменным сечением магнитопровода // Военный инженер. – 2023.– № 1. – С. 36-44.
5. Гуков Д.В., Загуляев С.Д., Иваньков С.М. Уточненная математическая модель силового трансформатора для расчета намагничивающего тока под нагрузкой // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2019. – Выпуск 669. – С. 196-202.
6. Пенчев П.Р. О рассеянии в трансформаторах. Автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.01. – М.: МЭИ, 1973. – 25 с.: ил.
7. Марквардт Е.Г. Индуктивности рассеяния обмоток трансформатора // Электричество. – 1936. – № 23. – С. 23-27.
8. Марквардт Е.Г. О рассеянии обмоток трансформатора // Электричество. – 1937. – № 11. – С. 60-63.
9. Марквардт Е.Г. Индуктивности рассеяния обмоток трансформатора // Электричество. – 1936. – № 23. – С. 23-27.
10. Марквардт Е.Г. Об электромагнитном рассеянии. // Электричество. – 1935. – № 9. – С. 44-51.
11. Марквардт Е.Г. Замечания по поводу статьи Гохберга и Большакова. // Электричество. – 1935. – № 1. – С. 50-51.
12. Марквардт Е.Г. Исследование поля рассеяния и расчет реактивного сопротивления трансформаторов. // Электричество. – 1937. – № 16. – С. 5-13.
13. Меерович Э.А. Отклики на статьи // Электричество. – 1937. – № 11. – С. 48-55.
14. Петров Г.Н. К расчету рассеяния трансформатора // Электричество. – 1935. – № 15 – С. 45-48.
15. Вольдек А.И. О схеме замещения трансформатора и ее параметрах // Электричество. – 1952. – № 8. – С. 21.
16. Rogowski W. Uber das Streufeld und das Streuinduktionskoeffizienten Transformators mit Schreibeinwicklung und geteilten Endspulen. – «Mitteilungen über Forschungsarbeiten, VDI», 1909, Nr. 71, S. 3.
17. Rogowski W. Uber die Streuung in Transformatoren. – «ETZ», 1910, S. 1033.
18. Гуков Д.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022684608 «Программа для расчёта коэффициентов аппроксимации основной кривой намагничивания электротехнической стали при использовании аппроксимирующей функции гиперболического синуса», зарегистрирована 15.12.2022.
19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618503 «Программа моделирования работы силового трансформатора под нагрузкой, учитывающая нелинейный характер кривой намагничивания магнитопровода, рассеяние магнитного поля, различную степень насыщения отдельных участков магнитопровода» // зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ 30.07.2020.
20. Гуков Д.В., Василец Д.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661187 «Программа моделирования работы силового трансформатора в режиме противовключения», зарегистрирована 29.05.23.

О влиянии эффекта упругого последействия на метрологические характеристики струнных преобразователей систем мониторинга технического состояния строительных конструкций подземных специальных фортификационных сооружений

On the elastic aftereffect on the string transducers' metrological characteristics of monitoring systems for the technical condition of underground special fortifications

Аннотация. Статья посвящена повышению точности и надежности систем мониторинга технического состояния специальных фортификационных сооружений на базе струнных преобразователей путем учета эффекта упругого последействия после воздействия на них динамических нагрузок различной природы. Рассмотрены особенности проявления эффекта для различных типов струнных преобразователей: с постоянной и переменной длиной струны. Установлено, что все погрешности от упругого последействия имеют амплитудную природу. Проанализированы достоинства и недостатки разных типов струнных преобразователей в условиях упругого последействия. Предложены технические решения струнных преобразователей, обеспечивающие минимизацию влияния упругого последействия и вторичной аппаратуры для возбуждения непрерывных колебаний струнных резонаторов в режиме автоколебаний в условиях динамического воздействия на специальное фортификационное сооружение.

Abstract. The article is devoted to improving the accuracy and reliability of monitoring systems for the technical condition of special fortifications based on string transducers taking into account the effect of elastic aftereffects after exposure to dynamic loads of various nature. The peculiarities of the effect for different types of string transducers are considered: with constant and variable string lengths. It is established that all errors from the elastic aftereffect are of an amplitude nature. The advantages and disadvantages of different types of string transducers under conditions of elastic aftereffect are analyzed. Technical solutions for string transducers are proposed to minimize the influence of elastic aftereffects and secondary equipment for exciting continuous vibrations of string resonators in the self-oscillation mode under conditions of dynamic impact on a special fortification.

Ключевые слова: упругое последействие, релаксация, струнные преобразователи, мониторинг технического состояния, специальное фортификационное сооружение

Keywords: elastic aftereffect, relaxation, string transducers, monitoring of technical condition, special fortification

Введение

Опыт эксплуатации ответственных сооружений, таких как мосты [1-2], плотины гидротехнических сооружений (ГТС) [3], сооружения наземной космической инфраструктуры, в том числе, стартовые сооружения (СС) [4-5], промышленно опасные объекты, поднадзорные Ростехнадзору, уникальные и технически сложные объекты [6-8], объекты военной инфраструктуры, которые включают специальные технологические комплексы, здания и сооружения для управления войсками, размещения и хранения военной техники, обеспечивающих оборону и безопасность

страны, в том числе специальные фортификационные сооружения (СФС) [9, 10, 11], показал необходимость оценки технического состояния сооружений таких классов посредством средств мониторинга. Вопросам мониторинга технического состояния ответственных сооружений уделяется пристальное внимание как у нас в стране, так и за рубежом [10, 11]. Особое внимание уделяется СФС, как одним из основных элементов военной инфраструктуры, обеспечивающих выполнение боевых задач, в период военного времени в условиях воздействия на них как различных средств поражения.

В условиях воздействия средств поражения строительные конструкции СФС подвергаются импульсному воздействию, которое сопровождается изменением их напряженно-деформированного состояния (НДС), что в свою очередь приводит к изменению категории их технического состояния. Под действием поражающих факторов техническое состояние защитных строительных конструкций может скачкообразно перейти из нормативного состояния в ограниченно-работоспособное или аварийное [8].

В целях решения задач оперативной оценки готовности СФС к выполнению поставленных боевых задач после воздействия на них средств поражения СФС должны быть оснащены системами мониторинга. Опыт оснащения отдельных объектов военной инфраструктуры структурированными системами мониторинга (СМИС) [4, 5, 7, 12] с использованием в качестве первичных преобразователей (ПП) струнных преобразователей (СП) существует с 70-х годов прошлого века.

При выборе в качестве ПП для систем мониторинга для объектов военной инфраструктуры именно струнных преобразователей решающими явились следующие основания:

высокая долговечность (отдельные ранее установленные датчики находятся в эксплуатации в течение длительного времени: более 100 лет функционируют СП, установленные в конструкции ДНЕПРОГЭС, и более 50 лет – установленные в железобетонные конструкции СС космодрома БАЙКОНУР [13]);

огромный мировой опыт эксплуатации СП на ГТС, сооружениях АЭС и на объектах наземной космической инфраструктуры [13];

широкое применение в системах мониторинга Метрополитенов [14];

высокая точность при регистрации статических и квазистатических параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) технически сложных зданий и сооружений [15-16].

В пользу выбора в качестве ПП СП сыграла теоретическая проработанность струнного метода измерения статических и квазистатических деформаций. Теоретический фундамент струнной тензометрии был заложен такими

российскими и советскими учеными гидротехниками как: Осадчий Е.П. [15], Гусев Е.Д. [16], Давиденко Н.Н. [17], Гутников В.С., Новицкий П.В., Кноринг В.Г. [18], Эткин Л.Г. [19]. Особый вклад в развитие струнного метода измерения гидротехниками объясняется тем, что на ранней стадии развития струнной тензометрии СП проектировались для контрольно-измерительной аппаратуры ГТС, для которых характерны статические воздействия и соответствующие им статические параметры НДС, а динамические нагрузки для ГТС не характерны или составляют незначительную часть в составе общей нагрузки, действующей на ГТС.

Такое положение объясняется отсутствием внимания в научной среде к метрологическим аспектам струнной тензометрии при регистрации динамических параметров процессов. Это обстоятельство привело к недостаточной изученности в научной литературе вопросов динамического отклика струны СП на импульсные нагрузки, влияния их параметров на метрологические характеристики СП в условиях динамических воздействий на струнную систему. В известных работах по данной теме только констатируется, что динамические погрешности СП имеют амплитудную природу [15-19].

Вместе с тем, специфика работы строительных конструкций СФС обладают заключается в том, что в условиях воздействия средствами поражения они испытывают именно импульсные нагрузки, на которые реакция частотного резонатора СП как раз и мало изучена. Исследованию этого вопроса и посвящена данная статья.

Материалы и методы

Сущность струнного метода измерения сводится к тому, что измеряемая физическая величина P (в нашем случае параметр НДС конструкции СФС) приводит к изменению силы натяжения струны N , и, следовательно, напряжений в ней, что неизбежно вызывает изменение частоты f_n ее собственных поперечных колебаний. Измеряемая величина может воздействовать на струну либо непосредственно, либо через последовательность промежуточных преобразователей (например мембрану или какой-либо элемент корпуса СП). Некоторые серийно выпускаемые СП представлены на рис.1.



Рис.1. СП систем СМИС, выпускаемые в России:
а – ПСАС-М-20Р; б – ПЛДС-400; в – ПДС-3П

Различают два типа СП: с заданной длиной струны и с переменной длиной струны.

Математическое описание процесса колебаний струны применительно к СП с заданной длиной струны было разработано в конце XIX – в начале XX вв. Основоположниками струнного метода измерения деформаций элементов строительных конструкций ГТС являются О. Шефер и Н.Н. Давиденко [15].

Математический аппарат был разработан для СП средств мониторинга ГТС, конструкции которых подвергаются главным образом статическим нагрузкам. Проведенные ими исследования [17] показали, что при соотношении длины струны l к ее толщине d более 300, частота f_n поперечных колебаний струны описывается выражением (1):

$$f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{N \cdot l}{m_s}} = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{N}{m_s \cdot l}} = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_s}}, \quad (1)$$

где σ – напряжение растяжения в струне;
 ρ_s – плотность материала струны;
 m_s – масса струны;
 n – номер гармоники колебаний.

Дальнейшие исследования Осадчего Е.П. [15], Гусева Е.Д. [16], Новицкого П.В., Кноринга В.Г., Гутникова В.С. [18] и Эткина Л.Г. [19] показали, что выражение (1) справедливо при допущении бесконечно малой амплитуды колебаний струны, а основная масса погрешностей струнного метода измерения имеет амплитудную природу. Зависимость частоты колебаний струны от амплитуды ее колебаний описывается выражением (2) [15, 16]:

$$f_y = f_0' \left(1 + \frac{3n \cdot \pi \cdot E}{32l^2 \cdot \sigma_0} \cdot y_1^2 \right), \quad (2)$$

Где:

f_0' , σ_0 – собственная частота поперечных колебаний струны и напряжения в ней, определенные для линейной системы, т.е. при бесконечно малой амплитуде колебаний струны y_0' ;

E – модуль упругости материала струны.

Выражение для относительной погрешности определения частоты колебаний струны, вызванной амплитудой ее колебаний имеет вид (3) [16]:

$$\delta_y = \left(\frac{3n \cdot \pi \cdot E}{32l^2 \cdot \sigma_0} \cdot y_1^2 \right). \quad (3)$$

Струны СП изготавливаются как правило из металлов. Выбор материала струны обусловлен несколькими порой противоречивыми требованиями, направленными на обеспечение как можно более высоких технологических, эксплуатационных и метрологических свойствами СП. Наиболее общие требования к материалу струн сформулированы Е.П. Осадчим [15], к числу которых относится малое упругое последствие.

Как отмечалось выше, математический аппарат струнной тензометрии был разработан для средств мониторинга конструкций, подвергающихся главным образом статическим нагрузкам, а сами СП применялись исключительно в системах мониторинга (КИА) на ГТС. С начала 70-х годов прошлого века СП начали применяться в системах мониторинга объектов военной инфраструктуры [10-12], расчетными воздействиями на которые являются динамические нагрузки. Вместе тем, как известно [120-24], механические свойства материалов при динамических и статических нагрузках существенно отличаются, что, в частности, ярко проявляется в эффекте упругого последействия [25-32].

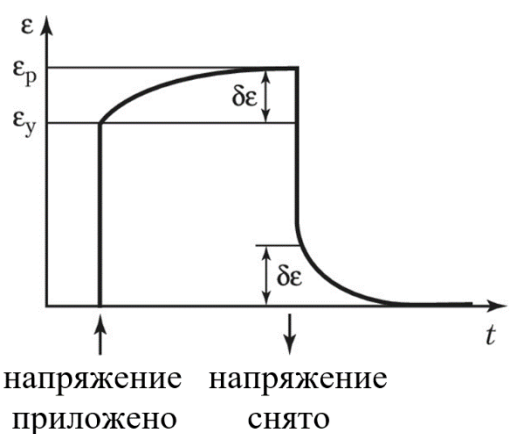


Рис. 2. Диаграмма деформации тела.

Упругое последействие, релаксационное явление, состоящее в изменении с течением времени деформированного состояния твёрдого тела (в нашем случае струны) при неизменном механическом напряжении, приложенном к телу (струне). При приложении к телу (струне) постоянного механического напряжения очень быстро (со скоростью звука) возникает упругая деформация ϵ_y (рис.2), которая затем увеличивается со временем, асимптотически приближаясь к равновесному значению ϵ_p . Появление дополнительной упругой деформации $\delta\epsilon = \epsilon_p - \epsilon_y$ называют прямым упругим последействием. После снятия механического напряжения практически мгновенно снимается упругая деформация ϵ_y , а дополнительная деформация $\delta\epsilon$ асимптотически исчезает со временем; это явление называют обратным упругим последействием. Дополнительная упругая

деформация составляет малую часть полной равновесной упругой деформации [23]. Исследования многих авторов показали, что эффект упругого последействия зависит от целого ряда факторов таких как [25-29]: наличия внутренних пустот, трещин, температуры, скорости нагружения, предыстории эксплуатации и т.д.

Кинетика прямого упругого последействия определяется структурным и сдвиговым механизмом релаксации. Существенное значение при этом имеет степень метастабильности структуры сплава.

В своих исследованиях [17] Н.Н. Давиденко доказал, что при всяком изменении напряженного состояния после прекращения этого изменения струна продолжает самопроизвольно изменять свои размеры, даже если напряжение не выходило за пределы упругости, что приводит к изменению частоты ее колебаний. В результате проведенных экспериментов Н.Н. Давиденко получил эмпирическую формулу, описывающую протекание упругого последействия во времени при напряжениях, не превышающих предел упругости [15]:

$$\Delta\sigma = N(\sigma - \sigma_0)(t^{0,23} - M), \quad (4)$$

где $\Delta\sigma$ – упругое последействие;

$\sigma - \sigma_0$ – изменение напряжения в струне, t – время в сутках,

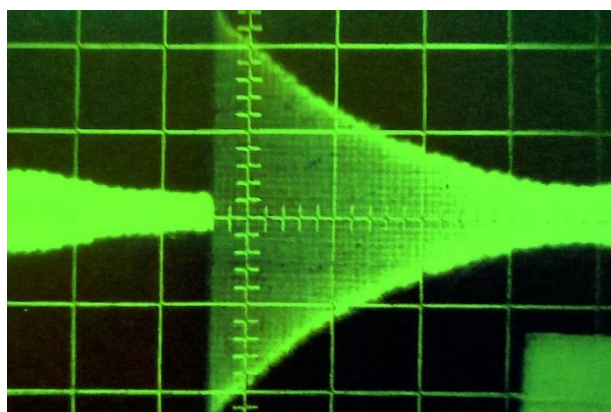
N и M – постоянные ($N = 8,3 \times 10^{-3}$; $M = 0,31$ – для «сырых» струн; $N = 3,3 \times 10^{-3}$; $M = 0$ – для струн с подогревом и последующей нагрузкой; $N = 4,0 \times 10^{-3}$; $M = 0,6$ – для струн с подогревом и последующей разгрузкой).

Необходимо отметить, что выражение (4) справедливо, только после истечения не менее двух суток после изменения напряжения. Данное обстоятельство исключает возможность использование его в нашем случае – при динамических воздействиях.

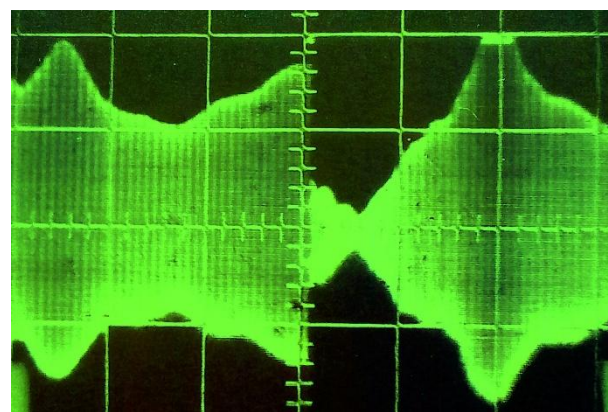
Равновесное значение деформации ϵ_p достигается за время от менее 1 мкс до очень больших промежутков времени, до нескольких суток. Время релаксации зависит от способа и температуры деформации, а также от предыстории и свойств твёрдого тела. Некоторые авторы [28] приводят значения времени релаксации не более 1 с.

Необходимо различать эффект упругого последствия корпуса СП и самой струны. Они могут существенно отличаться, так как выполнены из разных материалов. Существует несколько способов снижения влияния упругого последствия, в том числе искусственное старение и ультразвуковая обработка материала струны, известны способы, которые обеспечивают дополнительное уменьшение остаточных напряжений на 10-21% для ультразвуковых колебаний изменяемых по частоте и на 4-17% для изменяемых по амплитуде [32].

Возбуждение колебания струн СП, используемых в системах мониторинга, может осуществляться в трех режимах: импульсном,



а)



б)

Рис. 3. Осциллограмма колебания струны после импульса возбуждения:
а) без динамического воздействия на СП; б) при динамическом воздействии на СП.

Струнные датчики с заданной длиной струны – это измерительные преобразователи, в которых струна закреплена на относительно массивном упругом первичном преобразователе, изготовленном также из стали. Такие датчики работают в режиме заданной длины, в отличие от моделей СП с переменной длиной струны, где длина (или участок длины) меняется в зависимости от измеряемого параметра (в нашем случае НДС).

Результаты

Струнные преобразователи (с заданной длиной струны) имеют достаточно узкий диапазон изменения значений механических напряжений в струне в рабочем диапазоне измеряемых величин P (значений параметров НДС). Для стандартных СП значения механических напряжений в материале струны он лежит в пределах $100-225 \text{ Н/мм}^2$, что соответствует диапазону частот струнного резонатора $f = 800-1200 \text{ Гц}$ (см. рис.4) независимо от

автогенераторном и в режиме вынужденных колебаний (который используется только при тарировках СП). Наибольшее распространение получил импульсный способ возбуждения. При импульсном режиме возбуждения струна испытывает динамическое воздействие не только от измеряемого процесса, но и от импульса возбуждения колебаний струны (см. рис.3), который аномально увеличивает амплитуду колебания, что дополнительно вносит в амплитудную погрешность измерения, величина которой описывается выражением (3), компоненту, обусловленную упругим последствием, вызванным импульсным способом возбуждения колебаний струны.

способа возбуждения колебаний. А это означает, что во всем рабочем диапазоне СП механические напряжения в струне могут измениться не более, чем в 2,25 раза независимо от того статический или динамический характер они носят. При напряжениях свыше 350 Н/мм^2 струна утрачивает стабильность колебания. Принимая во внимание, что отношение $\varepsilon_p/\varepsilon_y$ (при импульсном воздействии на струну длительностью T_u) составит не менее 1,25 в рабочем диапазоне измерений СП, то максимальное значение абсолютной погрешности измерения (Δf) частоты струнного резонатора, обусловленная эффектом упругого последствия может составить от 80 до 120 Гц, в зависимости от конструктивных особенностей конкретного СП и диапазона измерения. Причем проявляться указанная погрешность будет в СП с заданной длиной струны, а длительность этого эффекта может составлять до нескольких дней [15, 17, 18].

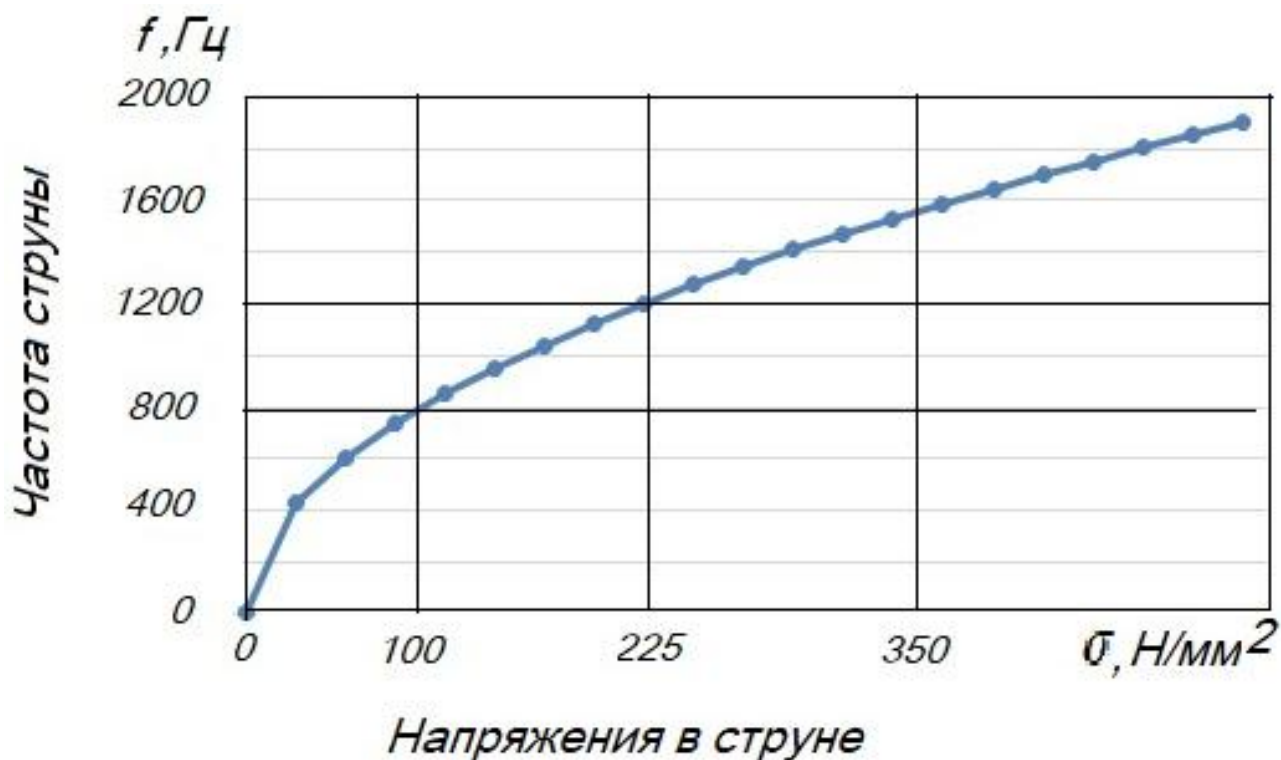


Рис. 4. График зависимости частоты колебания струны СП от напряжений в ней.

Зависимость величины конкретного измеряемого параметра НДС (P) от частоты (f) колебаний струны описывается выражением (5):

$$P = Af^2 + Bf + C, \quad (5)$$

где A , B , C – тарировочные коэффициенты, определяемые в процессе изготовления СП.

Принимая во внимание тот факт, что эффект упругого последствия проявляется не только в материале струны, но и материале корпуса и переходных элементах СП, картина формирования суммарной погрешности от упругого последствия очевидно имеет еще более сложный характер.

Судя по материалам ряда авторов [24-30] относительная погрешность измерения струнным преобразователем

значения отдельных параметров НДС P вследствие упругого последствия может составлять до 25-30%.

Обсуждение

Для устранения негативного влияния упругого последствия на метрологические характеристики СП с заданной длиной струны авторами было предложено в качестве ПП в системах мониторинга технического состояния СФС использовать СП с переменной длиной струны, разработанные в ВКА им. Можайского авторами данной статьи (см. рис.5). Новизна технических решений, примененных при разработке таких датчиков подтверждена патентами на изобретения [34-38].



Рис. 5. СП с переменной длиной струны, по патенту № 2685803.



Рис. 6. СП с переменной длиной струны, по патентам №№ 2794285, 2783958



Рис. 7. СП с переменной длиной струны, по патенту №777515

Струнный преобразователь предложенной конструкции обладают целым рядом преимуществ по сравнению с СП заданной длины струны:

во-первых, в них практически отсутствует влияние упругого последствия, так как динамическое воздействие передается не на струну, а на подвижный элемент, который изменяет только длину рабочего участка струны, а не напряжения в ней;

во-вторых, устранен эффект прецессии колебания струны, что повышает точность измерения информативного параметра СП;

в-третьих, обеспечена возможность проверки (и дистанционного контроля работоспособности) СП без извлечения его из тела контролируемой конструкции, что является существенным преимуществом для систем мониторинга СФС, так как они подвергаются воздействию средств поражения противника);

В качестве вторичной аппаратуры (ВА), для возбуждения предложенных СП по мнению авторов целесообразно использовать автогенераторный способ возбуждения колебаний струн (рабочих участков струн).

Импульсный способ возбуждения свободных колебаний струны обладает рядом недостатков. Во-первых, при импульсном способе возбуждения амплитуда колебаний струны (см. рис. 8) постоянно меняется амплитуда колебаний (убывает по экспоненте после окончания действия импульса возбуждения (ИВ)) от значения $y_{\max}$ (в момент генерации ИВ), которое не может превышать значения δ_o^k – конструктивного зазора между струной и керном катушки возбуждения, до значения $y_{\min}$, определяемого уровнем электрических помех; амплитудная погрешность от этого эффекта для современных СП составляет до 4% даже

при значении δ_o^k менее $3,5 \times 10^{-4}$ м.

Во-вторых, сопровождается формированием целого спектра высших гармоник, что снижает амплитуду первой (информативной) гармоники ($n=1$) и повышает амплитуду высших гармоник ($n = 2, 3, \dots$), что приводит к повышению погрешности измерения информативного параметра СП (f).

В-третьих, требует синхронизации момента ИВ с фазой колебания струны, что проблематично при изменении во времени емкости кабельной сети между СП и ВА.

В-четвертых, требует коррекции фронтов ИВ, длительность которых зависит от параметров кабельной сети, которые постоянно меняются.

В-пятых, требуется коррекция формы ИВ, так как последняя меняется в зависимости от емкости и сопротивления кабельной сети, которые различны для каждого СП в зависимости от места расположения ПС в СФС и условий эксплуатации.

В-шестых, требуется коррекция амплитуды ИВ, так как последняя меняется в зависимости от емкости и сопротивления кабельной сети, а при возрастании амплитуды ИВ выше критического значения (при котором значение $y_{\max}$ может превысить значения δ_o^k – конструктивного зазора между струной и керном катушки возбуждения) произойдет сбой в колебаниях струны; значения амплитуды ИВ различны для каждого СП в зависимости от места расположения ПС в СФС и условий эксплуатации.

В-седьмых, очевидна утрата информации о НДС конструкций СФС на время действия ИВ и переходных процессов колебания струны после окончания действия ИВ, которое достигает 100 мс.

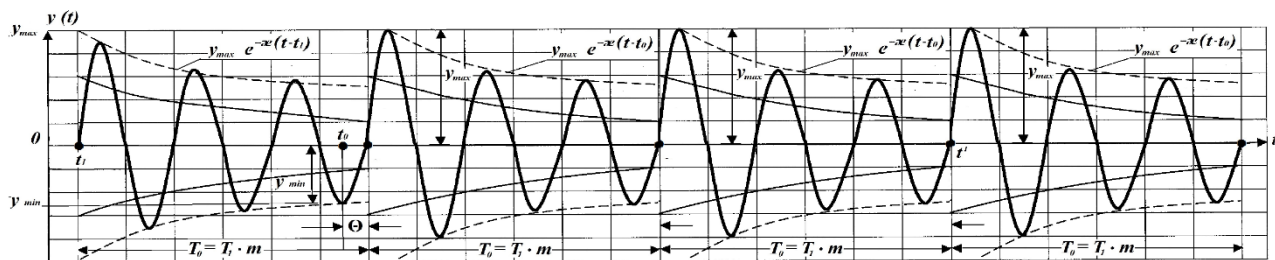


Рис.8 Затухание колебаний струны СП в пределах от $y_{\max}$ до $y_{\min}$ при импульсном способе возбуждения струны.

Для устранения последствий импульсного способа возбуждения на метрологические характеристики СП с переменной длиной струны, а также обеспечения стабильности колебаний струны, авторами было предложено в качестве ВА в системах мониторинга технического состояния СФС использовать устройство для возбуждения непрерывных колебаний струны, разработанное в ВКА им. Можайского авторами данной статьи. Новизна технических решений, примененных при разработке предложенной ВА подтверждена патентами на изобретения [37-38].

Оргвыводы

Предложенный способ возбуждения непрерывных колебаний струны устраняет основной недостаток импульсного способа возбуждения, а именно, исключает влияние упругого последействия, что в свою очередь позволяет регистрировать струнным методом изменения НДС конструкций СФС при динамическом воздействии на них. Импульсный способ возбуждения свободных колебаний струны может быть реализован в двух режимах: при генерации ИВ до и после затухания амплитуды колебания струны до значения $y_{\min}$. Первый применим только при регистрации статических изменений НДС, второй – при статических и динамических. Однако, независимо от режима возбуждения, при импульсном способе возбуждения значительная часть информации о НДС безвозвратно теряется на время ИВ (от 1 до 5 мс) и стабилизации колебаний струны (до 100 мс), что соизмеримо с длительностью динамического воздействия на защитные конструкции СФС в условиях применения противником современных средств поражения, как ядерных, так и высокоточных, т.е. теряется самая ценная и информативная информации

о НДС, ее динамической составляющей. Предложенный способ возбуждения полностью лишен этого недостатка.

Кроме того, предложенный способ возбуждения устраняет ту составляющую амплитудной погрешности измерения, которая обусловлена периодическим асимптотическим снижением амплитуды колебания струны от значения $y_{\max}$ (в момент генерации ИВ), до значения $y_{\min}$.

Заключение

Предложенный комплект средств в качестве компонентов систем мониторинга технического состояния специальных фортификационных сооружений на базе струнных преобразователей с переменной длиной струны и устройства для возбуждения непрерывных колебаний струны представляет собой струнный автогенератор с автоматической подкачкой энергии в случае появления пика поглощения в системе, что обеспечивает постоянство относительной погрешности измерения на любом диапазоне изменения измеряемого параметра НДС конструкций СФС.

Положительный эффект достигается совместным использованием СП с переменной длиной струны, предложенной конструкции, в которых отсутствует эффект прецессии колебания струны и влияние упругого последействия.

Результаты, полученные в ходе исследования эффекта упругого последействия, требуют дополнительного исследования влияния инерционных сил на элементы конструкции СП в момент воздействия на СФС противником современными средствами поражения.

Список литературы:

1. ОДМ 218.4.002-2008 – «Руководство по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений».
2. СП 274.1325800.2016 – «Мосты. Мониторинг технического состояния».
3. СТО 70238424.27.140.004-2008 Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования (приказ ОАО РАО «ЕЭС России» от 20.03.2008 г. № 140).
4. Гусев Н.Н., Кучеренко А.О. Особенности оценки технического состояния несущих конструкций специальных сооружений при особых нагрузках и воздействиях / Сборник научных трудов участников межвузовской научно-практической конференции «Специальные сооружения и объекты: актуальные проблемы изысканий, строительства и эксплуатации» (25 апреля 2019 г.) – СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2019. – С. 152-156.
5. Гусев Н.Н. Совершенствование струнных преобразователей для контроля напряженно-деформированного состояния несущих конструкций объектов наземной космической инфраструктуры / Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции РАРАН «Актуальные проблемы защиты и безопасности» (4-7 апреля 2022 г.). – 2022. – С. 41-46.
6. ГОСТ Р 22.1.01–2023 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2024. – 9 с.
7. ГОСТ Р 22.1.13–2013 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мероприятия по гражданской обороне, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Требования к порядку создания и эксплуатации. – М.: Стандартинформ, 2014. – 28 с.
8. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния: издание официальное – М.: Стандартинформ, 2024. – 64 с.
9. Постановление Правительства РФ от 10 марта 2000 г. № 221 «Об утверждении Правил выдачи разрешений на строительство объектов недвижимости федерального значения, а также объектов недвижимости на территориях объектов градостроительной деятельности особого регулирования федерального значения».
10. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Казаков Н.П. У истоков создания носителей ядерного оружия. Часть II. Ракеты / Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2024. – № 1 (131). – С. 149-153.
11. Саркисов С.В., Добрышкин Е.О. Характеристики грунтовых массивов скважин подземных сооружений, защищенных от действия нерасчетных нагрузок / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 4 (32). – С. 124-131.
12. Гусев Н.Н. Интеллектуальная система мониторинга эксплуатационного состояния стартовых сооружений на базе струнных преобразователей деформаций / Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2020. – № 1-2 (139-140). – С. 115-122.
13. Гусев Н.Н., Кучеренко А.О. Работоспособность систем мониторинга специальных сооружений при изменении параметров кабельной сети / Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2019. – № 7-8 (133-134). – С. 142-149.
14. Гусев Н.Н., Маслов В.О., Эльцофон Д.А. Особенности проведения обследований подземных сооружений Санки-Петербурга / Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2025. – № 2 (289). – 13-23.
15. Проектирование датчиков для измерения механических величин / Под ред. Е.П. Осадчего. – М. Машиностроение, 1979 – 480 с.
16. Гусев Е.Д. К вопросу расчета некоторых параметров струнных датчиков / Приборостроение. – 1965. – №4. – С. 3-6.
17. Давиденко Н.Н. Струнный метод измерения деформаций. / Труды физико-технического института, ГТТО, 1933 г.
18. Новицкий П.В., Кноринг В.Г., Гутников В.С. Цифровые проборы с частотными датчиками. – М.-Л., Энергия, 1970. – 423с.
19. Эткин Л.Г. Виброчастотные датчики. Теория и практика. – М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
20. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1998. – 306 с.

21. Кушнер В.С., Верещака А.С., Схиртладзе А.Г., Негров Д.А., Бургонова О.Ю. Материаловедение: учеб. для студентов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008 – 232 с.
22. Шарая О.А., Куликов В.Ю., Шарый В.И. Учебное пособие по курсу «Механические свойства материалов». – КарГТУ, 2004.
23. Физика прочности и механические испытания металлов: курс лекций / Ю.Н. Симонов, М.Ю. Симонов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – 199 с.
24. Симонов Ю.Н., Георгиев М.Н., Симонов М.Ю. Основы физики и механики разрушения: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 203 с.
25. Капуткина Л.М., Скугорев А.В. Исследование процессов упругого последствия, фазовых превращений и релаксации напряжений в деформированных стабильных и метастабильных сталях / Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Современные металлические материалы и технологии (СММТ'2009)». – СПб., 2009. – С. 495-496.
26. Ульянов А.Г., Корчунов А.Г., Блохин М.В. Аналитическое определение величины упругого последствия при калибровке стали // Межрегиональный сборник научных трудов «Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением». Магнитогорск: МГТУ, 2009. – С.199-203.
27. Ульянов А.Г., Корчунов А.Г., Исследование упругого последствия в процессе волочения калиброванной стали / Производство проката – 2011. – № 10. – С. 38-42.
28. Ульянов А.Г., Корчунов А.Г., Дорогобид В.Г. Выбор диаметра калибрующей волоки при калибровке стальных прутков с учетом упругого последствия // Межрегиональный сборник научных трудов «Обработка сплошных и слоистых материалов волочением». – Магнитогорск: МГТУ, 2010. – С. 20-27.
29. L. Kaputkina, A. Skugorev. The martensitic transformation and relaxation of stress at cold deformation of metastable steels. The 8-th European Symposium on Martensitic Transformations. Program and abstract book. Prague, Czech Republic. 2009. P. 105.
30. Rossikhin Yu.A., Shitikova M.V. Vibrations of viscoelastic rods, Fractional operator models// Encyclopedia of Continuum Mechanics. Berlin: Springer, 2020. V. 3. P. 2696–2715.
31. Popov I.I., Shitikova M.V. Impulse excitation technique and its application for identification of material damping: An overview // IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering. 2020. V. 962. Paper ID 022025.
32. Киселев Е.С. Новые методы ультразвуковой стабилизации остаточных напряжений в прецизионных шлифованных деталях технологических машин / Е.С. Киселев, В.Н. Ковальгонов, А.А. Норкин // Сб. трудов VII МНТК «Динамика технологических систем – 2004». Саратов: СГТУ, 2004. – С192-195.
33. Пат. 777515 Российская Федерация. Датчик перемещения / Маслов В.О., Гусев Н.Н., Кучеренко А.О., Сычева А.М. Абу-Хасан М. – № 2021192478; заявл. 24.11.21; опубл. 05.08.22, Бюл. № 22. – 12 с.
34. Пат. 2783958 Российская Федерация. Датчик перемещения / Маслов В.О., Гусев Н.Н., Кучеренко А.О. – № 2022104584; заявл. 21.02.22; опубл. 22.11.22, Бюл. № 33. – 12 с.
35. Пат. 2794285 Российская Федерация. Струнный преобразователь перемещения / Маслов В.О., Кучеренко А.О., Добрышкин Е.О., Куницын Я.О., Осмоловский С.Л. – № 2022119522/28(041167), заявл. 15.07.2022; опубл. 14.04.2023, Бюл. № 11. – 11 с.
36. Пат. 2685803 Российская Федерация. Датчик перемещения МПК G01L 1/10 (2006/01) / Гусев Н.Н., Кучеренко А.О.; заявители и патентообладатели Гусев Н.Н., Кучеренко А.О. – № 2017144153/28; заявл. 15.12.2017; опубл. 23.04.2019, Бюл. № 12. – 3 с.
37. Пат. 2782678 Российская Федерация. Устройство для возбуждения непрерывных колебаний струны импульсом полусинусоидальной формы / Маслов В.О., Гусев Н.Н., Кучеренко А.О., Бирюков Д.В., Тутиев И.М., Бирюков А.Н., Бирюков Ю.А., Добрышкин Е.О., Богомаз Р.Н. – № 2021138023; заявл. 20.12.21; опубл. 21.10.22, Бюл. № 31. – 11 с.
38. Пат. 2689283 Российская Федерация. Устройство для возбуждения непрерывных колебаний струны: МПК G01L 1/10 (2006.01) / Гусев Н.Н. и Кучеренко А.О.; заявители и патентообладатели Гусев Н.Н., Кучеренко А.О. – № 2018105219/28; заявл. 12.02.2018; опубл. 24.05.2019, Бюл. № 15. – 3 с.

Эффективность поражения БПЛА лазерным излучением**Effectiveness of Laser Radiation in Destroying UAVs**

Аннотация. В статье рассматривается способ воздействия на БПЛА для уничтожения заданного БПЛА ударной волной, созданной воздействием лазерного излучения на изотопы водорода, дейтерия или трития и создания реакции синтеза атомов этих изотопов.

Abstract. The article discusses a method of influencing UAVs to destroy a given UAV with a shock wave created by the effect of laser radiation on hydrogen, deuterium or tritium isotopes and creating a reaction of synthesis of atoms of these isotopes.

Ключевые слова: БПЛА, лазерное излучение, ударная волна, синтез изотопов водорода.

Keywords: UAV, laser radiation, shock wave, synthesis of hydrogen isotopes.

Эффективность применения БПЛА очевидна: 1) дешевизна изготовления БПЛА по сравнению с управляемыми человеком самолётами, либо применения ракет и других методов поражения; 2) сохранение личного состава воюющей стороной.

В современных военных конфликтах БПЛА активно используются и непрерывно совершенствуются их тактико-технические характеристики. В связи с этим и использование лазеров для поражения БПЛА актуально.

Особый интерес вызывает возможность применения сверхкоротких лазерных импульсов. Существующие лазеры можно разделить на три класса:

1. Лазеры непрерывного действия
2. Импульсные лазеры
3. Сверхкороткие нано- и фемто-секундные лазеры.

Сверхкороткие лазеры интересны потому, что они могут инициировать локальные термоядерные реакции изотопов водорода (дейтерия и лития) и тем самым создают мощный источник энергии, являющейся своеобразной «запальной свечой» для создания более масштабной термоядерной реакции. Это сулит разнообразные, широко-масштабные сферы применения в разных сферах, в том числе и военной [1]. Существует чёткое представление, каким должен быть сверхкороткий лазер, способный вызвать такую ядерную реакцию [1]:

1. Энергия импульса $3 \div 5$ МДж

2. Временная форма импульса – сложная и нарастающая к концу импульса.

3. Длительность импульса $10 \div 20$ н.с.

4. Частота повторения импульсов $1 \div 5$ Гц

5. К.П.Д. $5 \div 10$ %.

В настоящее время лазера с таким набором параметров нет, применение таких лазеров отсутствует, но поскольку лазеры с отдельными характеристиками из этого набора параметров существуют, можно предполагать, что в ближайшее время будет разработан лазер с параметрами, приведёнными выше [1]. Создание такого лазера откроет широкие перспективы применения сверхкоротких лазеров в энергетике и в военной сфере.

Рассмотрим основные физические процессы в каждом из перечисленных лазеров. Применение непрерывных лазеров хорошо описывается упрощённой тепловой моделью [2]. Большинство существующих импульсных лазеров при их воздействии на различные мишени хорошо описываются тепловыми моделями [3], поскольку тепловые модели являются макроскопическими по сравнению со световыми, т.е. фотонными моделями. Но при рассмотрении физических процессов описания сверхкоротких лазеров нужны свои, особые, атомарные модели, поскольку сверхкороткое лазерное излучение внешний электрон атома «срывает» и превращает в ион дейтерия или лития и одновременно ионы изотопов водорода разгоняет до таких скоростей, что ионы начинают превращаться в новые элементы, выделяя при этом огромную энергию.

Воздействие сверхкоротких лазерных импульсов на материалы

При воздействии на вещество импульсов излучения пико- и фемтосекундной длительности складывается новая ситуация, когда время перехода световой энергии в тепловую оказывается больше длительности импульса, так что нагревание кристаллической решётки и все остальные тепловые процессы происходят после его окончания. В этом случае воздействующий лазерный импульс иногда называют импульсом накачки.

В традиционной двухтемпературной модели предполагается, что почти вся энергия, поглощённая металлом или полупроводником запасается в электронном газе. Эта модель достаточно успешно была применена для анализа воздействия сверхкоротких импульсов на поглощающие материалы, однако она смогла объяснить далеко не все экспериментальные результаты. Были выявлены особенности в процессах лазерной абляции металлов и полупроводников¹, значительный перегрев твёрдых тел выше температуры плавления, процессы разупорядочивания кристаллов (интерпретируемые как нетермическое плавление) и выноса материала, происходящие при малых температурах решётки.

Поскольку сейчас ещё нет общепринятых моделей нетепловых процессов, происходящих при воздействии сверхкоротких лазерных импульсов на вещество, возможно не обсуждать предлагаемые различными авторами модели процессов, а привести результаты некоторых экспериментов, в которых такие явления обнаружены.

Для детального анализа процессов в эксперименте требуется измерять различные характеристики процессов абляции с пико- и фемтосекундным временным разрешением, что само по себе является достаточно сложной задачей. Некоторые характеристики вообще сложно измерить непосредственно, поэтому анализ физических механизмов, вовлечённых в абляцию под действием сверхкоротких лазерных импульсов, приходится делать на

основе теоретического анализа «косвенных» экспериментальных данных.

Двухтемпературная модель при сверхкоротком воздействии

При взаимодействии сверхкоротких лазерных импульсов с проводниками процесс традиционно исследуется в рамках двухтемпературной модели, рассматривающей отдельно электронную и фононную подсистемы вещества в масштабе характерного времени электрон-фононного взаимодействия (порядка наносекунд для большинства металлов). Подавляющее большинство экспериментальных работ, связанных с изучением характерных параметров данной модели - времён электрон-электронной релаксации и термализации нейтронного газа, постоянной электрон-фононного взаимодействия, а также транспорта энергии в проводнике путём баллистического разлёта горячих электронов и электронной теплопроводности, проводится при низких плотностях энергии Q нагревающего излучения – не выше 10 мДж/см^2 , что соответствует пиковым температурам электронного газа T_e порядка 10^4 К , что значительно ниже характерной температуры Ферми $T_F \sim 10^5 \text{ К}$.

Проведённые впоследствии исследования динамики электрон-фононного взаимодействия (на основании решения кинетического уравнения) подтвердили правильность основных идей двухтемпературной модели и позволили определить константу электрон-фононного взаимодействия и выразить некоторые кинетические коэффициенты через микроскопические характеристики металлов.

Двухтемпературная модель описывает перенос энергии внутри металла с помощью связанных уравнений теплопроводности для температуры электронов T_e и решётки (фононов) T_i :

$$c_e \frac{\partial T_e}{\partial t} = c_e V \frac{\partial T_e}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} (k_e \frac{\partial T_e}{\partial z}) + q_v - k_{ei} (T_e - T_i), \quad (1)$$

$$c_i \frac{\partial T_i}{\partial t} = c_i V \frac{\partial T_i}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} (k_i \frac{\partial T_i}{\partial z}) + k_{ei} (T_e - T_i) \quad (2)$$

¹ При анализе разрушения твёрдого вещества, происходящего под воздействием сверхкоротких импульсов, принято использовать термин «лазерная

абляция», который обозначает любой процесс лазерно-стимулированного удаления вещества, включая эмиссию электронов.

Здесь c_e и c_{ie} – удельные теплоёмкости [Дж/см³ * К] электронов и решётки, k_e и k_{ei} – соответствующие коэффициенты теплопроводности, параметр $k_{ei} = c_e / \tau_{ei}$ характеризует скорость обмена энергией [Вт/см³ * К] между электронной и решёточной подсистемами (τ_{ei} – характерное время теплообмена между электронами и решёткой).

Поглощение электронами лазерной энергии описывается с помощью источника $\frac{q_v}{c_e} = -\frac{\partial q(z)}{\partial z} = \alpha q(0, t) \exp(-\alpha z)$, $q(0, t) = q_0(t)$, (3) где q_0 – интенсивность поглощённого излучения на поверхности металла ($z=0$). Величина $q_0(t) = Aq(t)$ в (4.3) зависит от формы лазерного импульса и поглощательной способности вещества.

Уравнения теплопроводности (1) и (2) записаны в системе координат, связанной с фронтом абляции, который распространяется относительно неподвижного вещества со скоростью $V=V_t$. Приведенная форма удобна для анализа стационарной волны испарения.

Граничные условия представляют потоки мощности на поверхности $z = 0$.

Поток, определяемый потерями на эмиссию электронов:

$$-k_e \frac{\partial T_e}{\partial z} \Big|_{z=0} = q_e, \quad (4)$$

$$q_e = -k_e b_R (T_{e0} + T_\infty)^2 \exp\left(-\frac{T_u}{T_{e0} + T_\infty}\right) \quad (5)$$

– закон Ричардсона, где b_R – постоянная Ричардсона, T_u – работа выхода (в градусах К). Множитель $k_e = k_0 (T_{es} + T_\infty) / q_e$ в (4.5) используется для преобразования плотности потока энергии в единицы [Вт/см²].

Тепловой поток, связанный с потерями энергии на удаление вещества (абляцию), дается формулой:

$$-k_i \frac{\partial T_i}{\partial z} \Big|_{z=0} = q_u = -\rho v L_{ev}. \quad (6)$$

Два других граничных условия (при $z = \infty$) и начальные условия (при $t = 0$) очевидны:

$$T_e \Big|_{z=\infty} = T_i \Big|_{z=\infty} = T_e \Big|_{t=0} = T_i \Big|_{t=0} = 0. \quad (7)$$

Индекс " 0 " используется для обозначения температуры на поверхности $z = 0$, т.е. $T_e \Big|_{z=0} = T_{e0}$, $T_i \Big|_{z=0} = T_{i0}$. Величина T_{e0} входит в закон Ричардсона,

а величина T_{i0} определяет скорость лазерной абляции, которая записывается так:

$$v = v_0 \exp\left(-\frac{T_a}{T_{i0} - T_\infty}\right). \quad (8)$$

Для того чтобы модель была пригодна к анализу экспериментальных данных, необходимо учесть температурные зависимости коэффициентов c_e , c_i , k_e , k_i , A , α и k_{ie} . Например, электронная теплоемкость линейно зависит от электронной температуры: $c_e = \beta T_e$. Решеточная теплоемкость c_i практически постоянна при температурах выше дебаевской температуры T_D . Однако, если в расчетах учитываются плавление и другие структурные фазовые переходы, то эффективная решеточная теплоемкость c_i зависит от температуры решетки T_i . Электронная теплопроводность k_e зависит от температур T_e и T_i . Коэффициенты отражения R и поглощения α также в общем случае зависят от температур T_e и T_i . В полупроводниках коэффициент отражения R изменяется линейно с электронной температурой T_e . Это означает, что модель применима для времен, много больших, чем характерное время τ_{ee} установления равновесного распределения в электронном газе. Время τ_{ee} зависит от электронной температуры и обычно составляет десятки – сотни фемтосекунд. Кроме того, предположение, связанное с диффузионным переносом электронной энергии, подразумевает, что характерные вариации в распределении электронной температуры возникают на пространственных масштабах, больших, чем длина свободного пробега электрона l_e . На более коротких длинах перенос электронов, в основном, баллистический. Величина $l_e \approx V_F \tau_e$ (где V_F – фермиевская скорость электронов) для различных металлов меняется более чем на порядок (для никеля длина свободного пробега электронов l_e составляет несколько десятков нанометров, в то время как для золота она составляет сотни нанометров).

Когда время релаксации $\tau_{ei} \rightarrow 0$ ($k_{ei} \rightarrow \infty$), двухтемпературная модель переходит в тепловую модель с единой температурой твердого тела $T = T_i \equiv T_e$, при этом величины $c = c_e + c_i$ и $k = k_e + k_i$ представляют собой полные теплоемкость и теплопроводность твердого тела.

В случае лазерного фемтоимпульса возникает большая разница в характеристических временах нагрева электронов и решетки, тогда как абляция обычно начинается после лазерного импульса.

Расчёты с помощью упрощенной двухтемпературной модели, в которой не учтены конвективные члены $u \nabla T_{ei}$, не позволяют определить толщину слоя материала, удаленного в результате воздействия лазерного импульса. Для таких расчетов необходимо использовать полную модель и, кроме того, вести расчет до времен порядка 10^3 длительности лазерного импульса.

Динамика нагрева металла лазерным импульсом с длительностью $\tau = 1$ пс и плотностью энергии в импульсе $Q = 0,15$ Дж/см² представлена на рис. 4.1. Форма импульса моделировалась функцией

$$q(t) = q_0 \frac{t}{t_1} \exp(-t/t_1), \quad (9)$$

параметры расчета: $c_e = 0,04035$ Дж/см³ · К, $c_i = 2,43$ Дж/см³ · К, $k_e = 2,37$ Вт/см · К, $k_i = 1$ Вт/см · К, время релаксации $\tau_{ei} = 1$ пс ($k_{ei} = c_e / \tau_{ei}$), плотность $\rho = 2,688$ г · см⁻³, скрытая теплота испарения $L_{ev} = 10860$ Дж/г, множитель в (4.8) $V_0 = 414000$ см/с, энергия активации $T_a = 35240$ К, работа выхода в (4/5) $T_u = 49300$ К, постоянная Ричардсона $b_R = 120,4$ А/см² · К², начальная температура $T_H = 300$ К, коэффициент поглощения $\alpha = 1,516 \cdot 10^5$ см⁻¹, поглощательная способность $A = 1$.

Из рис.1, видно, что в течение лазерного импульса электронная температура T_e «отрывается» от решеточной температуры T_i и достигает максимума в момент $t \approx 1,8$ пс. Характерное время нагрева решетки существенно больше (это следует из соотношения $c_i/k_{ei} \gg c_e/k_{ei} = \tau_{ei}$); фоновая температура достигает максимума при $t \approx 27,2$ пс.

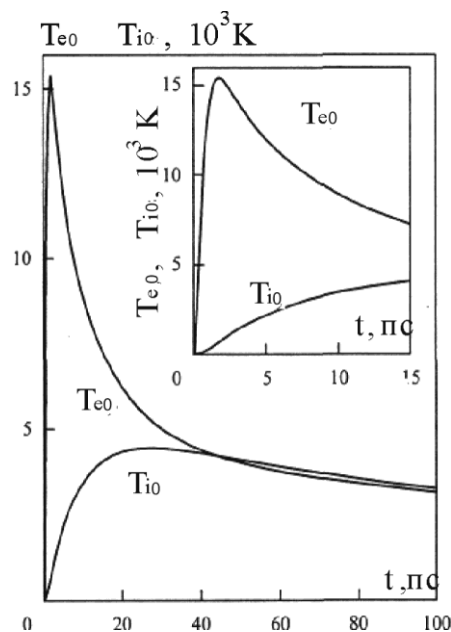


Рис. 1. Динамика воздействия на металл импульсного лазерного излучения с длительностью $\tau = 1$ пс и плотностью энергии в импульсе $Q = 0,15$ Дж/см², электронная и решеточная температуры T_{e0} и T_{i0} (на вставке – увеличенное изображение начальной стадии процесса)

Эффект зависимости кинетики абляции от длительности лазерного импульса иллюстрирует рис. 2.б, откуда следует, что для наносекундного лазерного импульса абляция нечувствительна к скорости обмена энергией между решеткой и электронами. При $\tau_{ei} \leq 1$ пс кривые совпадают с результатами, следующими из чисто тепловой модели абляции с единой температурой электронов и решетки. Для пикосекундных лазерных импульсов соответствующие кривые чувствительны к характерному времени релаксации τ_{ei} . При $\tau_{ei} \rightarrow 0$ (случай чисто тепловой модели) кривые демонстрируют слишком быстрый рост толщины аблированного слоя по сравнению с экспериментальными зависимостями.

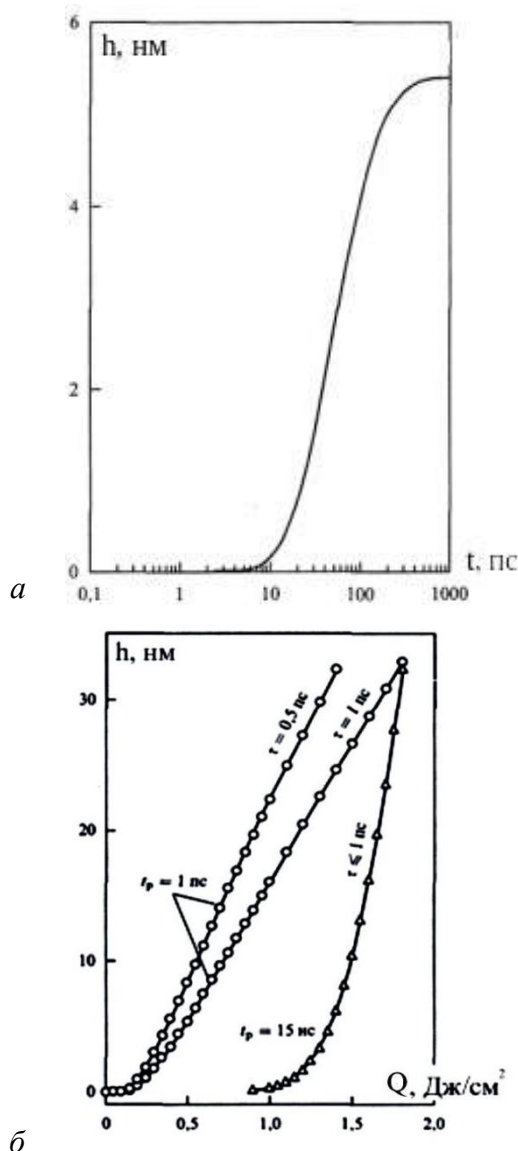


Рис. 2. а – толщина удаленного материала как функция времени (длительность импульса $\tau=1$ пс, плотность энергии в импульсе $Q=500$ мДж/см²), б – толщина удаленного за импульс материала как функция плотности энергии в импульсе для одного длинного и двух коротких лазерных импульсов [4].

Из рис. 2 следует и другой известный эффект – *уменьшение порога абляции при укорочении лазерного импульса*.

Таким образом, двухтемпературная модель правильно описывает основные закономерности абляции, тогда, когда переход из твердой фазы в газообразную происходит поэтапно: нагревание, плавление, испарение. Отличие в том, что в условиях мгновенного нагрева вместо обычной задачи о распространении фронта абляции следует решать более простую задачу об адиабатическом разлете предварительно нагретого слоя вещества.

Детальный анализ процесса разлета можно провести на основе экспериментальных данных, подобных

приведенным в разделе Рис.2.а – толщина удаленного материала как функция времени (длительность импульса $\tau=1$ пс, плотность энергии в импульсе $Q=500$ мДж/см²), б – толщина удаленного за импульс материала как функция плотности энергии в импульсе для одного длинного и двух коротких лазерных импульсов.

Приведённая двухтемпературная модель даёт основания сделать выводы об основных возможных поражениях лазером БПЛА.

Функциональное поражение БПЛА существующими лазерными комплексами достигается за счет возникновения одного или нескольких эффектов:

- ◆ поражение электронных приборов, прежде всего матриц приемников ОЭС бортовой аппаратуры наблюдения БПЛА путем прямого воздействия сильного узконаправленного лазерного ЭМИ;
- ◆ нагревание до высоких температур материалов БПЛА, с последующим их возгоранием, расплавлением или разрушением;
- ◆ индуцирование плазмы, порождаемой взаимодействием лазерного ЭМИ и твердого вещества (например, пластикового корпуса) БПЛА;
- ◆ лазерные средства могут применяться совместно со средствами огневого поражения ПВО для «подогрева» цели, в интересах повышения ее «видимости» для ИК-головок самонаведения.

Подавляющее число существующих лазерных комплексов из вышеуказанных эффектов, в основном используют только первые два – поражение ОЭС и поражение конструкции БПЛА путем его нагрева. Рассмотрим их более подробно.

Одним из основных элементов БПЛА, подвергающихся лазерному излучению, является фото- видео-приемник ОЭС. Рассмотрение воздействия излучения большой мощности на фотоприемники основывается на процессах взаимодействия лазерного излучения с полупроводниками, из которых изготавливают приемники оптического излучения ОЭС. Экспериментальные исследования показали, что при плотности энергии лазерного излучения $5 \cdot 10^{-3} - 10^{-2}$ Дж/см² и длительности импульсов 0,3 с температура наружной поверхности фильтра на площади, куда попало

излучение, превышает температуру плавления его поверхностного слоя. При плотностях энергии импульсного лазерного излучения на входном зрачке ОЭС порядка 10^{-2} Дж/см² происходит быстрый нагрев приемника излучения до высокой температуры. Такие уровни облучения могут быть созданы лазерным источником с энергией излучения в импульсе 200-300 Дж на дальностях порядка 5 км.

Что касается поражения БПЛА путем его нагрева, то здесь необходимо отметить, что такой способ поражения зависит от мощности лазерного ЭМИ и времени удержания лазерного луча на БПЛА. Результаты испытаний показывают, что для теплового поражения БПЛА требуется удержание на нем лазерного луча мощностью 2 кВт в течении 10-15 с, а луча 20-50 кВт – 0,5-5 с. Такая длительность удержания луча на цели является существенной проблемой на высоких дальностях поражения (свыше 10 км). Например, для того, чтобы попасть в отсек с двигателем БПЛА с размахом крыла 1 м на удалении 2 км, требуется угловая точность наведения лазерного луча не хуже 0,00145°. Поскольку БПЛА находится в движении и маневрирует, то реальная точность ориентации лазерного луча для получения эффекта поражения БПЛА должна быть еще на порядок выше. Выдержать это требование в ближайшее время вряд ли будет возможно.

Сегодня функциональное поражение БПЛА является еще экспериментальной технологией. Однако, результаты испытаний первых прототипов позволяют утверждать, что именно данный тип поражения малых коммерческих БПЛА имеет высокую эффективность и наилучшие перспективы развития. К основным достоинствам данного типа поражения стоит отнести следующее.

1. В сравнении со средствами ПВО, лазерные средства поражения не расходуют какой-либо ресурс материальных средств (снаряды, ракеты и т.п.), при этом возможности непрерывной работы на отражение массированного налета группы БПЛА ограничены исключительно энергоемкостью источника питания, а при наличии стационарного питания – ограниченны режимом непрерывной работы генератора лазерного ЭМИ на излучение.

2. В сравнении со средствами РЭП лазерные средства поражения, обеспечивают однозначный эффект прекращения полета БПЛА за контролируемую зону путем его нагрева с последующим разрушением. Причем данный эффект не зависит от достоверности предварительного вскрытия параметров командной радиолинии управления или эффективности постановки помех. Средства поражения лазерным излучением обладают высокой избирательностью, могут применяться против БПЛА, осуществляющих полет в режиме «радиомолчания» и по автономной программе, днем и ночью, в условиях как мирного, так и военного времени, в том числе – в черте городской застройки и на промышленных объектах.

3. В сравнении со средствами поражения СВЧ ЭМИ при сопоставимой эффективности лазерные средства поражения не требуют проведения масштабных мероприятий по обеспечению ЭМС с другими РЭС, а также мероприятий по электромагнитной безопасности операторов данных средств.

Вероятность функционального поражения БПЛА без отражателей и защитных экранов $P_{пор}$ с помощью лазерного излучения можно определить по выражению:

$$P_{пор} = P_{обн} P_{нав} P_{уд} P_{разр},$$

где:

$P_{пор}$ – вероятность обнаружения БПЛА в интересах выдачи целеуказания на лазерное средство поражения. Обнаружение может производиться как РЛС, так и ОЭС;

$P_{нав}$ – вероятность успешного наведения лазерного луча на БПЛА. Для механической следящей системы этот показатель применительно к рассмотренным выше условиям находится на уровне 0,8-0,87;

$P_{уд}$ – вероятность удержания лазерного луча на БПЛА в течение заданного времени. Для БПЛА, летящего прямолинейно с постоянной скоростью, $P_{уд} \approx 0,9$. Для БПЛА, маневрирующего с перегрузкой $g \geq 1,7$, вероятность удержания луча составляет $P_{уд} \leq 0,3$;

$P_{\text{разр}}$ – вероятность того, что воздействие лазерного луча на конструкцию БПЛА приведёт к её разрушению, возгоранию, взрыву горючего или боеприпаса. При возможности точной идентификации цели эта величина может достигать значения $P_{\text{разр}} \rightarrow 1$. В других случаях, прожиг пустотелого корпуса или плоскости крыла, к фатальным последствиям для БПЛА не приведет. По крайней мере, все попытки повредить вращающийся воздушный винт БПЛА во время экспериментов окончились безрезультатно. Кроме того, на эту вероятность влияют факторы трассы распространения луча – облачность, дымка, туман, осадки резко снижают вероятность разрушения $P_{\text{разр}}$ даже при условии высоких показателей обнаружения, наведения и удержания луча.

К недостаткам и проблемным вопросам использования лазерных средств поражения можно отнести следующее:

1. Эффективность лазерных средств поражения существенно зависит от метеоусловий. Низкая облачность, дымка, туман, осадки, все это резко снижает эффективность применения данных средств.
2. Эффективность лазерных средств поражения может быть существенно снижена, фактически сведена к нулю, применением одиночными или группой БПЛА таких элементарных способов маскировки как распыление аэрозолей типа «дымовая завеса».
3. Лазерные средства поражения требуют высокоточного внешнего целеуказания, как правило, от РЛС или ОЭС обнаружения БПЛА.

Список литературы:

1. Басов, Н.Г. Физика лазерного термоядерного синтеза / Н.Г. Басов, И.Г. Лебо, В.Б. Розанов. – Москва: Знание, 1988. – 176 с.
2. Сравнение расчётных данных с экспериментом на металлическую модель / В.С. Кондратьев [и др.] // Военный инженер, 2024, № 2.
3. Кондратьев, В.С. Уточнение модели нагрева стальной пластины импульсным лазерным излучением / В.С. Кондратьев, Т.С. Хубларова, И.В. Апевалов // *Актуальные проблемы современного инженерного образования: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф.*, Омск, 11 нояб. 2022 г. сб. тр. конф. – Омск: Ом. автобронетанк. инж. ин-т, 2022. – С. 148-153.
4. Либенсон, М.М. Взаимодействие лазерного излучения с веществом силовая оптика. Часть II: Лазерный нагрев и разрушение материалов: учеб. пособие / М.М. Либенсон, Г.Б. Яковлев, Г.Д. Шандыбина; под. общ. ред. В.П. Вейко. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 181 с.
5. Шенцев, Н.И. О возможности использования лазерного оружия для решения задач ПВО / Н.И. Шенцев, Е.Н. Ютилов // *Стратегическая стабильность*. – 2010. – № 1(50). – С. 31-39.

4. Для достижения эффекта поражения БПЛА требуется удержание лазерного луча на цели в течение 0,5-15 с, что на высоких дальностях и при маневренном полете БПЛА является достаточно сложной технической задачей.

5. С развитием и широким распространением технологий лазерного поражения ожидается переход к использованию в корпусах БПЛА материалов, специально ориентированных на отражение или рассеивание лазерного излучения.

В целом отметим, что современные лазерные системы находятся только в начале своего пути в качестве эффективной системы ПВО и противодействия БПЛА. Научно-исследовательский задел 2010-х гг., полученный при проведении испытаний первых образцов лазерного вооружения, позволил сформировать основные принципы построения лазерных комплексов ПВО – использование твердотельных и волоконных лазеров, а также построение лазерных систем по модульному принципу, путем объединения нескольких лазерных генераторов в единый комплекс. Однако несмотря на наличие успешно работающих прототипов, вопросы объединения большого числа генераторов, объединение генераторов высокой мощности, синхронизация их работы и сведение всех лучей на цели на высокой дальности, повышение КПД лазерных систем, а также создание эффективных систем теплоотведения – это сложные технические задачи, которые до конца еще не решены [5].

Состав ремонтного комплекта БРК для проведения текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах автомобилей марки «Урал»**Components of the repair kit for current and medium-term repairs on ready-to-use units of the «Ural» marque**

Аннотация. В статье затронуты проблемные вопросы, с которыми столкнулись подразделения ремонтно-восстановительных органов, а также задачи, решаемые подразделениями по ремонту агрегатов. Рассмотрен состав ремонтного комплекта № 3 для проведения текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах автомобильной техники марки «УРАЛ» Министерства обороны Российской Федерации и предложен состав ремонтного комплекта с номенклатурой запасных частей для проведения текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах автомобильной техники марки «УРАЛ» для войск национальной гвардии.

Abstract. The article addresses the problematic issues faced by the repair and restoration units, as well as the tasks solved by the repair units. It examines the composition of the repair kit No. 3 for conducting current and medium-term repairs on ready-made units of the Ural brand of motor vehicles of the Ministry of Defense of the Russian Federation, and proposes the composition of the repair kit with a range of spare parts for conducting current and medium-term repairs on ready-made units of the Ural brand of motor vehicles for the National Guard troops.

Ключевые слова: запасные части; ремонтно-восстановительный орган; вооружение, военная и специальная техника; средний ремонт; ремонтные комплекты.

Keywords: spare parts; repair and restoration unit; weapons, military and special equipment; medium-term repairs; repair kits.

Изменение боевых и эксплуатационных свойств техники, увеличение номенклатуры средств для поражения личного состава, вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) и различных объектов военного и промышленного назначения, привели к увеличению количества неисправных образцов ВВСТ [1] в подразделениях по боевым повреждениям [2], а так же по техническим причинам [3].

Из-за этого увеличилась нагрузка на ремонтно-восстановительные органы (РВО) различных подразделений [4]. Встал вопрос формировании и изменении структур РВО и введении в их состав специализированных ремонтных подразделений [5].

Рассмотрим предназначение и проблемные вопросы, возникающие в подразделениях по ремонту агрегатов. Данные подразделения выполняют следующие работы: монтажно-демонтажные работы с агрегатами; работы по ремонту агрегатов и специальных приборов; механические, тепловые и измерительные работы.

В ходе боевых действий подразделения по ремонту агрегатов столкнулись с рядом проблемных вопросов [6], главными из которых являются актуальность номенклатуры запасных частей (ЗЧ) [7,8], их соответствие технике, находящихся в строю их наличие для проведения качественного и оперативного ремонта ВВСТ.

В период ведения боевых действий РВО находятся на значительном удалении от линии боевого соприкосновения с противником [9].

Эвакуация (транспортировка) неисправных образцов ВВСТ [10] из воинских частей в РВО занимает большое количество времени и осуществляется по следующим причинам: отсутствие узкоспециализированных ремонтников; отсутствие необходимого оборудования и инструментов; отсутствие ЗЧ для проведения качественного и оперативного ремонта [11,12]; отсутствие времени у боевых подразделений для эвакуации поврежденных ВВСТ и доставки их в РВО. Все это влечет к снижению боевых возможностей

подразделений и к уничтожению или захвату противником повреждённых образцов ВВСТ.

Для автономной и своевременной работы РВО необходимо их полное укомплектование специалистами-ремонтниками [13] и наличие актуальной номенклатуры ЗЧ для своевременного и качественного ремонта ВВСТ. Обеспечение всех подразделений узкоспециализированными ремонтниками очень затруднено [14] по причине необходимости повышения денежного стимулирования и недостаточной мотивации для поступления на военную службу по контракту для дальнейшего выполнения задач в районе боевых действий.

А организовать обеспечение ремонтными комплектами (РК) подразделений по ремонту агрегатов – это возможно. Определения номенклатуры РК для проведения текущего и среднего

ремонта на готовых агрегатах автомобильной техники (АТ) марки «УРАЛ», было осуществлено на основе проведенного анализа выхода из строя транспортных средств (ТС) в боевых условиях, в период их эксплуатации. Так же организовано взаимодействие с заводом-изготовителем и их выездными ремонтными бригадами по вопросам выхода из строя АТ марки «УРАЛ», с которыми к ним обращались представители воинских частей в период нахождения ТС на гарантийном обслуживании [15].

За основу был взят состав РК автомобильного имущества № 3 для текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах АТ марки «УРАЛ» Министерства обороны Российской Федерации.

Данный РК № 3 состоит из обменных агрегатов и ЗЧ представленный на рис. 1.

РК автомобильного имущества №3 для текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах АТ марки «Урал»	
Обменные агрегаты: – двигатель в сборе; – коробка передач в сборе; – раздаточная коробка в сборе; – передний мост в сборе; – средний мост в сборе; – задний мост в сборе; – механизм рулевого управления в сборе.	ЗЧ по категориям: – двигатель; – система питания; – система выпуска газов; – система охлаждения; – сцепление; – карданные валы; – подвеска; – колёса и ступицы; – рулевое управление; – тормозная система; – электрооборудование; – приборы; – специальное оборудование; – резинотехнические изделия; – детали из паронита; – детали из пластмассы; – подшипники

Рис. – 1 Основные агрегаты и запасные части, из которых состоит РК № 3

Опыт участия офицеров технического обеспечения войск национальной гвардии (ВНГ) в специальной военной операции показал, что для успешного выполнения служебно-боевых задач боевыми подразделениями ВНГ [16] и повышения эффективности работы РВО необходимо создание РК для ремонта АТ.

Таким образом, на основе опыта ряда офицеров технического обеспечения Министерства обороны и ВНГ,

предлагается создать РК для проведения текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах АТ марки «УРАЛ» для ВНГ. Предполагаемый РК для РВО назван – БРК (базовый ремонтный комплект «УРАЛ»).

Проведенный анализ позволил выявить ЗЧ, которые потеряли актуальность в РК № 3 для АТ марки «УРАЛ» и сформировать БРК с конкретизацией номенклатуры ЗЧ.

Состав БРК с предлагаемой номенклатурой ЗЧ представлен в табл. 1.

Таблица № 1

Состав БРК для проведения текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах автомобильной техники марки «УРАЛ»

БРК			
№ п/п	Наименования	№ п/п	Наименования
1	Двигатель в сборе	85	Комплект вкладышей реактивной штанги
2	Коробка передач в сборе	86	Палец нижней реактивной штанги
3	Раздаточная коробка в сборе	87	Палец верхней реактивной штанги
4	Передний мост в сборе	88	Штанга реактивная с пальцами в сборе
5	Задний мост в сборе	89	Шарнир реактивной штанги

БРК			
№ п/п	Наименования	№ п/п	Наименования
6	Средний мост в сборе	Колеса и ступицы	
7	Механизм рулевого управления в сборе	90	Гайка колеса правая
Двигатель		91	Шпилька колеса правая
8	Ремонтный комплект для ремонта двигателя	92	Камера колеса (425/85R21)
9	Головка блока цилиндров двигателя	93	Кран подкачки колеса
10	Клапан впускной	94	Шланг подкачки колеса
11	Клапан выпускной	Рулевое управление	
12	Пружина клапана наружная	95	Палец наконечника тяги рулевой трапеции
13	Пружина клапана внутренняя	96	Гидроцилиндр ГУР
14	Цилиндро-поршневая группа двигателя	97	Палец рулевой тяги усиленный
15	Коленчатый вал двигателя	98	Насос гидроусилителя руля
16	Вкладыши шатунные двигателя	99	Ремонтный комплект ГУР
17	Глушитель выхлопа в сборе системы выпуска газов	100	Наконечник усиленный продольной рулевой тяги
Система питания		101	Наконечник поперечной рулевой тяги
18	Топливный насос высокого давления двигателя	102	Пыльник наконечника продольной рулевой тяги
19	Топливный насос низкого давления	103	Шланг гидроусилителя длинный в сборе
20	Подшипник топливного насоса высокого давления двигателя	104	Шланг гидроусилителя короткий в сборе
21	Форсунка в сборе	105	Бачок масляный
22	Распылитель форсунок	Тормозная система	
23	Пара плунжерная топливного насоса в сборе	106	Цилиндр колесный в сборе
24	Комплект топливных трубок двигателя	107	Шланг гибкий тормозной в сборе
25	Клапан перепускной	108	Усилитель пневматический с главным тормозным цилиндром
26	Фильтр грубой очистки топлива	109	Ремонтный комплект ПГУ
27	Фильтр тонкой очистки топлива	110	Тройник к задним тормозам
Система охлаждения		111	Ремонтный комплект компрессора тормозной системы
28	Радиатор в сборе	112	Ремонтный комплект тормозного крана
29	Пробка радиатора	113	Ремонтный комплект рабочего тормозного цилиндра
30	Термостат	114	Комплект тормозных трубок гидравлические
31	Комплект патрубков	115	Комплект тормозных трубок пневматические
32	Насос водяной	116	Регулятор давления воздуха
33	Ремонтный комплект насоса водяного	117	Тормозные колодки (к-т)
Система смазки		118	Трубопровод пневмотормоза ПВХ d - 5мм
34	Элемент фильтра группой очистки масла	119	Ремонтный комплект ПВХ трубопровода d - 5мм
35	Масляный радиатор в сборе	120	Трубка медная (м)
36	Фильтр центробежной очистки масла	Электрооборудование и приборы	
37	Масляный насос	121	Реле-Регулятор напряжения
Сцепление		122	Замок зажигания
38	Рычаг оттяжной нажимного диска	123	Генератор
39	Пружина нажимная	124	Комплект предохранителей 5-30 А
40	Пружина упорного кольца оттяжного рычага	125	Реле-прерыватель указателей поворота
41	Диск сцепления ведомый передний в сборе	126	Термореле
42	Диск сцепления ведомый задний в сборе	127	Датчик температуры охлаждающей жидкости
43	Муфта выключение сцепление	128	Стартер
44	Кольцо упорное корзины сцепления	129	Автолампа 21W-24В
45	Шланг смазки подшипников	130	Автолампа Т4W-24В
46	Главный цилиндр сцепления	131	Автолампа Н4-24В
47	Рабочий цилиндр сцепления	132	Предпусковой подогреватель ПЖД-30
48	ПГУ сцепления	133	Свеча накала ПЖД-30
49	Ремонтный комплект ПГУ сцепления	134	Ремонтный комплект предпускового подогревателя
50	Корзина сцепления	135	Датчик аварийного давления масла
Коробка перемены передач		136	Датчик сигнализатор неисправности рабочей тормозной системы
51	Ремонтный комплект КПП	137	Выключатель сигнализации неисправности тормозной системы
52	Подшипник первичного вала	138	Механизм стеклоочистителя
53	Подшипник вторичного вала	139	Выключатель массы

БРК			
№ п/п	Наименования	№ п/п	Наименования
54	Подшипник промежуточного вала	140	Электромотор отопителя салона
55	Первичный вал	141	Реле стартера
56	Фланец вторичного вала	142	Фонарь задний
57	Синхронизатор 2-3 передачи	143	Фара
58	Синхронизатор 4-5 передачи	144	Повторитель поворота
59	Муфта включения 1 передачи и заднего хода	145	Электропроводка в сборе
Раздаточная коробка		146	Выключатель кнопочный
60	Ремонтный комплект раздаточной коробки	147	Выключатель кнопочный двухклеммный
61	Первичный вал	148	Клеммы АКБ
62	Фланец первичного вала	149	Перемычка АКБ
63	Подшипник первичного вала	150	Блок предохранителей
64	Подшипник вала КОМ	151	Вал гибкий привода спидометра
65	Дифференциал раздаточной коробки передач	152	Указатель давления масла
66	Подшипник промежуточного вала	153	Указатель температуры охлаждающей жидкости
67	Подшипник вала переднего моста	154	Манометр давления воздуха двухстрелочный
68	Подшипник вала переднего моста	155	Манометр давления воздуха в колесах
Карданные валы		Резинотехнические изделия	
69	Крестовина с подшипниками в сборе	156	Подушка опоры двигателя
70	Вал карданный заднего моста с шарнирами в сборе	157	Шланг д – 10 мм
71	Вал карданный промежуточный с крестовинами и фланцами в сборе	158	Ремень вентилятора
72	Вал карданный переднего моста с шарнирами в сборе	159	Ремень генератора
73	Вал карданный среднего моста с крестовиной и фланцами в сборе	160	Ремень компрессора
74	Опора шаровая поворотного кулака в сборе	161	Ремень насоса гидроусилителя руля
75	Карданный вал КПП с крестовинами в сборе	162	Сальник полуоси в сборе
Мост передний		163	Манжет хвостовика редуктора и раздаточной коробки передач
76	Втулка шаровой опоры	164	Манжет балансира
77	Полуось передняя левая	165	Сальник полуоси в сборе
78	Полуось передняя правая	166	Манжет хвостовика редуктора и раздаточной коробки передач
79	Подшипник роликовый поворотного кулака	167	Манжет ступицы
80	Ремонтный комплект поворотного кулака	168	Соединительный шланг котла подогревателя
Подвеска автомобиля		Детали из стекла	
81	Рессора передняя в сборе	169	Стекло ветрового окна
82	Рессора задняя в сборе	170	Стекло поворотное двери
83	Втулка ушка передней рессоры	171	Стекло опускное двери
84	Палец ушка передней рессоры	172	Зеркало заднего вида

БРК необходимо будет перевозить на ТС общевойскового назначения подразделений и в подвижных средствах технического обслуживания и ремонта воинских частей.

Состав предполагаемого БРК имеет ориентировочный характер и комплектация его сформирована на основе личного опыта офицеров технического обеспечения, принимавших участие в специальной военной операции и проведенного анализа неисправностей АТ марки «УРАЛ». БРК может изменяться в зависимости от времени года и района выполнения задач, а также с учетом специфики воинской части [17].

Данный БРК позволит:

сократить время цикла обеспечения ЗЧ;
сократить объем перевозимого автомобильного имущества для проведения текущего и среднего ремонта на готовых агрегатах;

уменьшить время нахождения АТ марки «УРАЛ» в ремонте;
повысить производственные возможности РВО [18].

Таким образом, применение представленного БРК позволит нивелировать ряд существующих вопросов, а в частности обеспечить поддержание боевого потенциала воинских частей по наличию в строю технически исправных и готовых к применению образцов АТ.

Список литературы:

1. Ласточкин, С. Г. Метод определения времени на восстановление вооружения, военной и специальной техники / С.Г. Ласточкин, М.Ю. Захаров, С.Н. Артамонов // – Новосибирск: НВИ имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии, 2025. – С. 99-104. – EDN SHHDP.
2. Некоторые аспекты защищенности вооружения, военной и специальной техники войск национальной гвардии от современных средств поражения / С.Г. Ласточкин, А.В. Балобанов, К.В. Маленков, М.В. Сосновцев // – Новосибирск: НВИ имени генерала армии И.К. Яковлева ВНГ РФ, 2025. – С. 261-265. – ISBKKZ.
3. Поправко, Д. П. Анализ отказов автомобильной техники воинских частей Росгвардии при выполнении служебно-боевых задач / Д.П. Поправко, С.Г. Ласточкин, К.В. Маленков // – Новосибирск: НВИ имени генерала армии И.К. Яковлева ВНГ РФ, 2025. – С. 166-173. – EDN VKOOAW.
4. Некоторые факторы, влияющие на ремонтно-восстановительные органы при выполнении служебно-боевых задач / М.Ю. Захаров, Д.А. Гойкалов, А.В. Балобанов, К.В. Маленков // – Новосибирск: НВИ имени генерала армии И.К. Яковлева ВНГ РФ, 2025. – С. 179-183. – FMNLHD.
5. Проблемы комплектования младшими специалистами технического обеспечения в войсках национальной гвардии и пути их решения / Д.В. Селюк, А.В. Передня, А.С. Фоминых, А.А. Иванников // Наука и военная безопасность. – 2022. – № 2 (29). – С. 70-72. – EDN RFQIST.
6. Оптимизация способов защиты и снижения боевых потерь вооружения военной и специальной техники в войсках национальной гвардии Российской Федерации / А.В. Балобанов, К. В. Маленков, П. Л. Коновалов, И. С. Манылов // – Новосибирск: ВНИ имени генерала армии И.К. Яковлева ВНГ РФ, 2025. – С. 63-69. – LZSQMN.
7. Маленков К.В. Состав ремонтного типового комплекта запасных частей для автомобильной марки УРАЛ / К.В. Маленков, Д.П. Поправко, П.Л. Коновалов // Военный инженер. – 2025. – № 3(37). – С. 49-57.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024616788 Российская Федерация. Программа расчета оптимального варианта закупок для организаций различного назначения: № 2024614260: заявл. 01.03.2024: опубл. 25.03.2024 / Пестов С.М., Сафонов Д.А., Козлов Д.В., Ласточкин С.Г., Короленко А.А., Сторчак А.Н.; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «ВА МТО имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации. – EDN ZMKMCW.
9. Организация защиты, охраны и обороны ремонтных органов ВС РФ / А.В. Дмитрин, А.В. Балобанов, К.В. Маленков, А.В. Передня // Актуальные исследования. – 2024. – № 41-1(223). – С. 6-10. – EDN DVFQXA.
10. К вопросу о повышении эффективности эвакуации вооружения военной и специальной техники робототехнических комплексов / С.Г. Ласточкин, Д.П. Ефимов, М.М. Курилов, А.С. Грязнов // Транспортные средства специального назначения: разработка, производство и модернизация с учетом опыта специальной военной операции: – Омск: ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева, 2025. – С. 73-79. – EDN KCFVKU.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025616980 Российская Федерация. Расчет потребности эшелонирования автомобильного имущества для ремонта автомобиля УРАЛ-4320 в период выполнения задач : заявл. 19.03.2025 : опубл. 21.03.2025 / С.Г. Ласточкин, К.В. Маленков, Д.И. Потапов, А.О. Шарипов; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «ВА МТО имени генерала армии А.В.Хрулева» МО РФ. – EDN WYLKQK.
12. Анализ существующей системы эшелонирования и накопления автомобильного имущества для ремонта автомобильной техники / К.В. Маленков, А.Н. Черненко, Д.И. Потапов, А.О. Шарипов // Актуальные исследования. – 2025. – № 3-1(238). – С. 77-79. – EDN UIMVEC.
13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661862 российская Федерация. Программа для расчета показателей эффективности планирования сил и средств технического обеспечения временной оперативной группировки ВНГ при выполнении служебно-боевых задач в различных условиях с применением информационных технологий: № 2022661501: заявл. 22.06.2022: опубл. 22.06.2022 / А.А. Васерин, И.В. Бекетов, А.В. Передня [и др.]; заявитель Федеральное государственное казенное военное учреждение высшего образования «ВА МТО имени генерала армии А.В. Хрулева» МО РФ. – EDN ASQKQP.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024613133 Российская Федерация. Программа расчета эффективности способов автоматизации процессов эксплуатации вооружения и техники: № 2024611627: заявл. 29.01.2024: опубл. 08.02.2024 / С.Г. Ласточкин, М.Ю. Захаров, С.М. Дашдемиров [и др.]; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «ВА МТО имени генерала армии А. В. Хрулева» МО РФ. – EDN JSTEZQ.

15. Ласточкин С.Г. Анализ рекламационной работы автомобильной техники марки «Урал» и их модификации 2022-2024 годов выпуска в Росгвардии / Ласточкин С.Г., Поправко Д.П., Маленков К.В. // – Пермь: ПВИ ВНГ, 2025. – С. 109-115. – EDN SNOKFO.

16. Организация защиты, охраны и обороны ремонтных органов ВС РФ / А.В. Дмитрин, А.В. Балобанов, К.В. Маленков, А.В. Передня // Актуальные исследования. – 2024. – № 41-1(223). – С. 6-10. – EDN DVFQXA.

17. Ласточкин, С.Г. Определение оптимальных размеров запасов запасных частей к вооружению, военной и специальной технике в войсках национальной гвардии Российской Федерации / С. Г. Ласточкин, С. М. Дашдемиров // – Омск: ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева, 2025. – С. 25-29. – EDN FUXNKQ.

18. Селюк, Д.В. Перспективная подвижная ремонтная мастерская для беспилотных летательных аппаратов (ПРМ БПЛА) / Д.В. Селюк, С.Г. Ласточкин, И.Б. Сотников // – Пермь: Пермский военный институт ВНГ РФ, 2024. – С. 30-35. – EDN CERTSB.

Модель выделения и распознавания цели на основе R-CNN, с использованием нейронов высокого порядка и модификацией этапа генерации гипотез**Target selection and recognition model based on R-CNN, using high-order neurons and modifying the hypothesis generation stage**

Аннотация. В данной статье рассмотрена модель выделения и распознавания цели сверточной нейронной сетью R-CNN основанный на внедрении нейронов второго порядка на первом и втором сверточных слоях и на использовании модели отсеивания гипотез по низкочастотной структуре и цветовому содержанию в алгоритме селективного поиска

Abstract. This article discusses a model for object detection and recognition using a convolutional neural network, R-CNN, which is based on the implementation of second-order neurons in the first and second convolutional layers and the use of a model for filtering hypotheses based on low-frequency structure and color content in the selective search algorithm.

Ключевые слова: модель, сверточная нейронная сеть, нейроны второго порядка, селективный поиск.

Keywords: model, convolutional neural network, second-order neurons, selective search.

Предлагаемая модель выделения и распознавания цели на изображениях базируется на двух основных принципах. Во-первых, на внедрении нейронов второго порядка на первом и втором сверточных слоях сверточной нейронной сети (СНС). Во-вторых, на использовании модели отсеивания гипотез по низкочастотной структуре и цветовому содержанию в алгоритме селективного поиска. Внедрение нейронов второго порядка повышает обобщающую способность сети [1] (параметр, оцениваемый через отношение числа корректных распознаваний примеров, не входящих в обучающую выборку, к общему размеру валидационного множества), но в то же время и алгоритмическую сложность, а, следовательно, снижает скорость выделения и распознавания объектов. Для того, чтобы компенсировать эту задержку и в целом ускорить процесс обработки данных, используется модель отсеивания гипотез.

На рис. 1 приведена обобщенная схема алгоритма разработанной модели, состоящая из двух основных блоков: селективного поиска объектов на изображении с отсеиванием гипотез и СНС второго порядка.

Для исходного изображения путем сегментирования в нескольких цветовых пространствах (RGB, HSV, LAB) с помощью селективного поиска генерируется набор гипотез наиболее вероятного расположения целевых объектов. В базовом алгоритме существенная часть гипотез отсеивается при распознавании в «пустой» класс и исключается из набора. Оставшиеся гипотезы, для которых подтвердилась принадлежность к одному из целевых классов объектов, позволяют сформировать выходные данные алгоритма, включающие номер класса, размеры и расположение объекта на изображении [2,3]

В разработанном алгоритме используется модель отсеивания гипотез, таким образом, что не все генерируемые алгоритмом гипотезы поступают на вход СНС – часть из них отсеивается с помощью более простых и быстрых методов. Блок отсеивания гипотез включает два этапа: отсеивание по низкочастотной структуре и отсеивание по цвету.

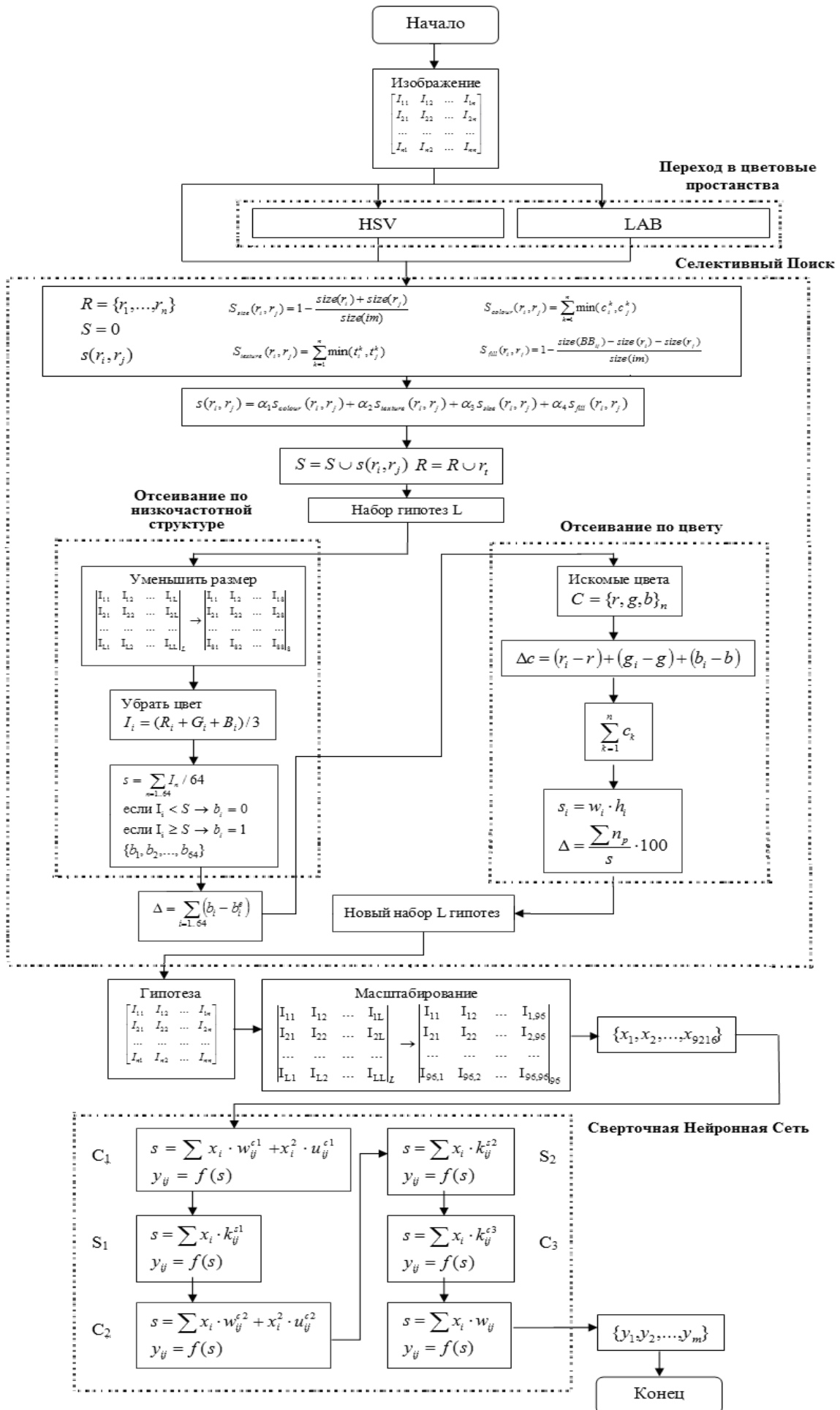


Рис. 1 – Обобщенная схема алгоритма, реализующую разработанную модель выделения и распознавания цели

На рис. 2 изображена расширенная обобщенная схема алгоритма перевода изображений в разные цветовые пространства. При работе в цветовом пространстве RGB, исходное изображение остается неизменным, для

перевода в пространства HSV и LAB используются стандартные формулы, позволяющие перекодировать отдельные составляющие, задающие цвет пикселя и вид, используемый в той или иной цветовой системе.

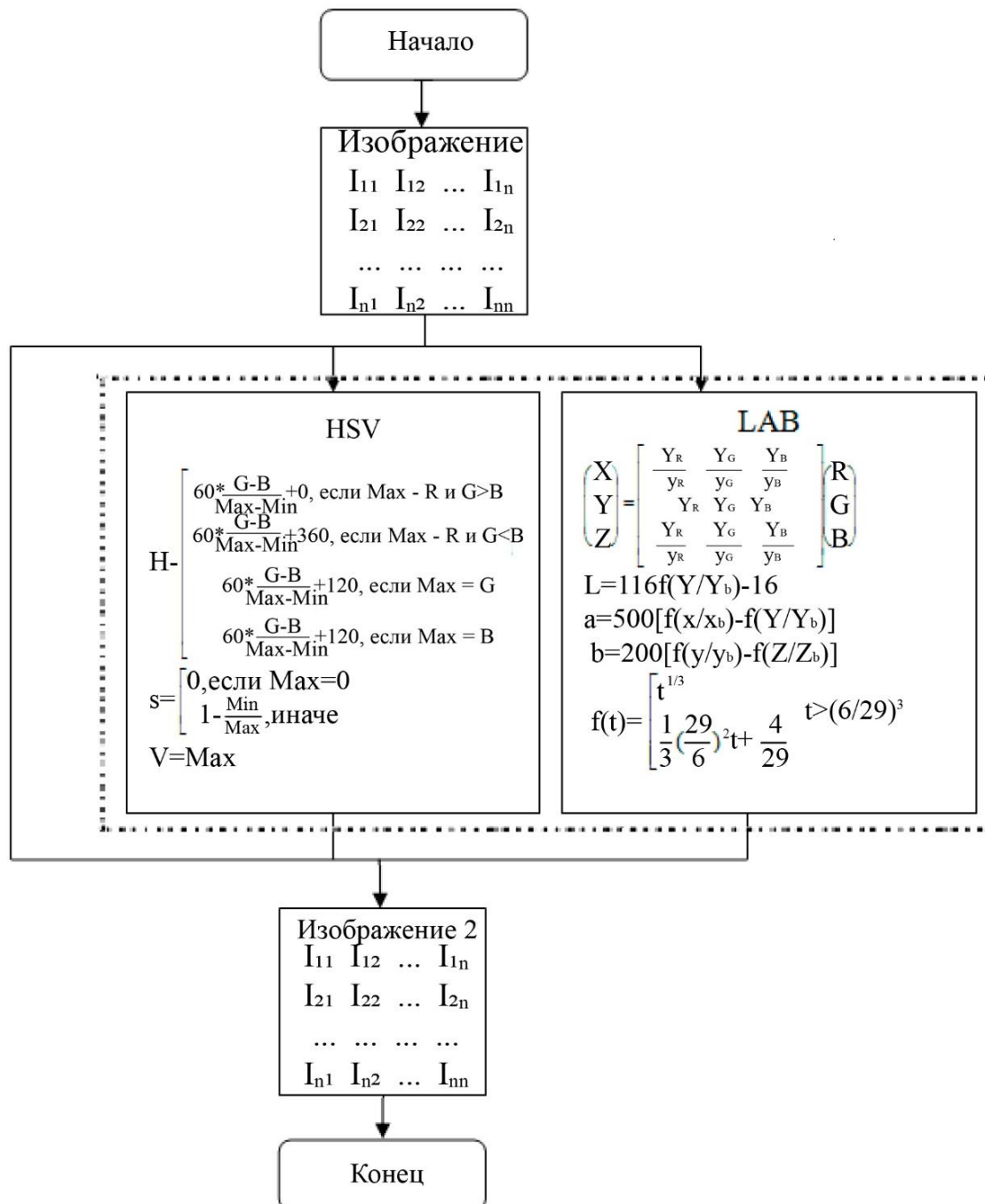


Рис. 2 – Обобщенная схема перевода изображений в разные цветовые пространства

На рис. 3 изображена расширенная схема алгоритма селективного поиска объектов на изображении. Изображение разбивается на отдельные области с помощью сегментирования и для каждой пары областей вычисляется комплексная

мера схожести на основе пяти частных мер схожести. Области с наибольшей схожестью объединяются. Этот процесс происходит рекурсивно, формируя в результате набор гипотез о местоположении искомого объекта на изображении.

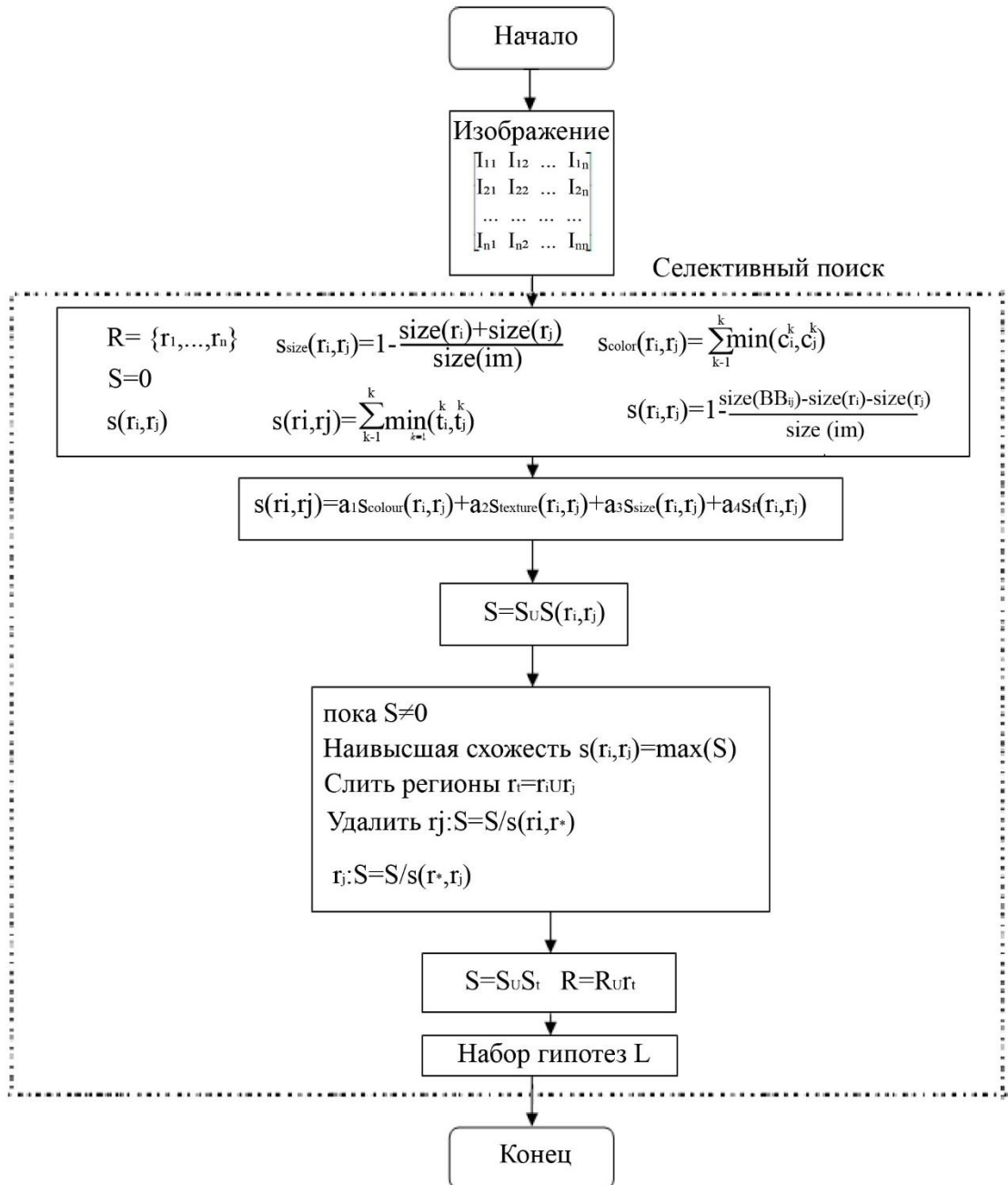


Рис. 3 – Обобщенная схема алгоритма генерации гипотез на основе селективного поиска объектов на изображении.

На рис. 4 изображена расширенная схема отсеивания гипотез по цвету. Исходными данными являются набор из N гипотез о местоположении объекта, набор искомых цветов и два пороговых значения: для сравнения цветов и для процента пикселей, содержащих искомый цвет от общей площади гипотезы. Во время выполнения отсеивания для каждой гипотезы из исходного набора вычисляется количество пикселей, достаточно близких к искомому цвету на основании порогового значения, и процент, который составляют эти пиксели от общего числа точек, составляющих изображение гипотезы. На основании этого выносится решение войдет ли гипотеза в новый набор,

получаемый на выходе алгоритма. Подробное описание алгоритмов отсеивания гипотез по низкочастотной структуре и по цвету будет дано далее в этой главе.

На рис. 5 изображена расширенная схема СНС, показано количество и размер карт на каждом из слоев сети, а также размер и количество ядер, используемых для операции свертки, а также размер входов и выходов и формулы, соответствующие отдельным сверточным и субдискретизирующим слоям. Схема иллюстрирует то, каким образом формируется финальный вектор признаков, на основе которого производится распознавание.

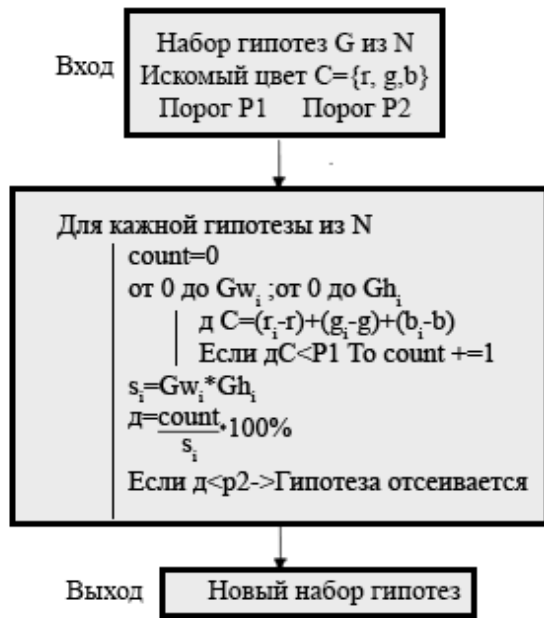


Рис. 4 – Обобщенная схема отсеивания гипотез по цвету

Для детализации вышеописанной модели необходимо решить две подзадачи: выбрать слои для внедрения нейронов высокого порядка в архитектуру СНС и разработать

модель отсеивания гипотез по низкоуровневой структуре.

Для того, чтобы использовать нейроны второго порядка в СНС, осуществлять обучение и корректировку весов, необходимо вывести формулы обратного распространения для использования с полиномиальными сумматорами [4].

Сигнал ошибки выходного j -го нейрона для n -го обучающего примера определяется соотношением:

$$e_j(n) = t_j(n) - y_j(n), \quad (1)$$

где $t_j(n)$ – учитель.

Значение энергии ошибки j -го нейрона определяется как $\frac{1}{2}e_j^2(n)$, следовательно, общая энергия ошибки по всем нейронам выходного слоя выражается формулой:

$$E(n) = \frac{1}{2} \sum_{j \in C} e_j^2(n), \quad (2)$$

где C – множество всех нейронов выходного слоя.

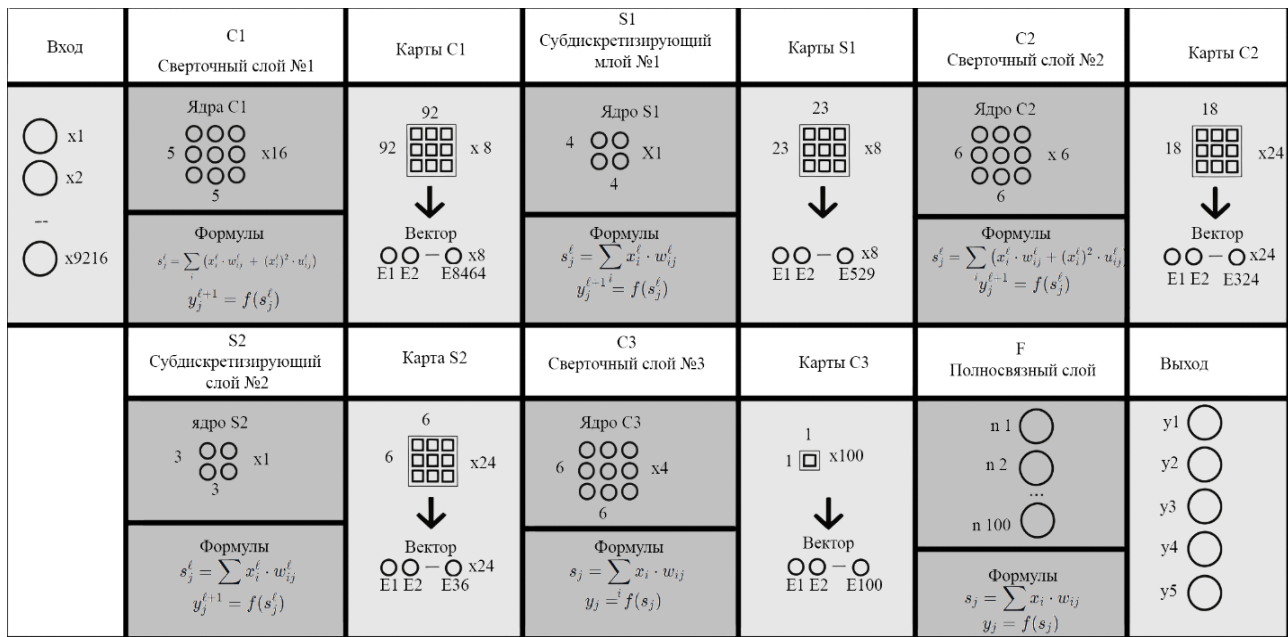


Рис. 5 – Расширенная схема СНС второго порядка, используемой в разработанной модели

Если принять общее число образов в обучающей выборке за N , то энергия среднеквадратичной ошибки (MSE) будет вычисляться по формуле:

$$E_{av}(n) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N E(n) \quad (3)$$

Взвешенная сумма для j -го нейрона [5]:

$$v_j(n) = \sum_{i=0}^m w_{ji}(n) y_i(n), \quad (4)$$

где w_{j0} – порог, $y_0 = +1$.

Для того, чтобы рассчитать выход нейрона, необходимо применить функцию нелинейного преобразования:

$$y_j(n) = f_j(v_{ji}(n)) \quad (5)$$

Учитывая, что функция, моделируемая сетью – сложная, для выражения компонента градиента применим цепное правило:

$$\frac{\partial E(n)}{\partial w_{ji}(n)} = \frac{\partial E(n)}{\partial e_j(n)} \cdot \frac{\partial e_j(n)}{\partial y_j(n)} \cdot \frac{\partial y_j(n)}{\partial v_j(n)} \cdot \frac{\partial v_j(n)}{\partial w_{ji}(n)} \quad (6)$$

Вычислим множители приведенного выше выражения, учитывая, что в случае выходного слоя $e_j(n)$ является известной величиной.

$$\frac{\partial E(n)}{\partial e_j(n)} = (\sum_{i=0}^1 e_j^2(n))' | e_j(n) = \sum_{i=0}^1 2e_j(n) \cdot 1 = \sum e_j(n) \quad (7)$$

Полученный результат можно отнести ко всему выходному слою, для отдельного нейрона формула будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{\partial E(n)}{\partial e_j(n)} = e_j(n); \quad (8)$$

$$\frac{\partial e(n)}{\partial y_j(n)} = (t_j(n) - y_j(n))' | y_j(n) = -(y_j(n))' | y_j(n) = -1 \quad (9)$$

$$\frac{\partial y_j(n)}{\partial v_j(n)} = f_j'(v_j(n)) | v_j(n) \quad (10)$$

$$\frac{\partial y_j(n)}{\partial w_{ji}(n)} = (\sum_{i=0}^m w_{ji}(n) y_i(n))' | w_{ji}(n) = \sum_{i=0}^m y_i(n), \quad (11)$$

где $w_{ji}(n)$ – это целый набор связей. Для отдельной связи формула будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{\partial y_j(n)}{\partial w_{ji}(n)} = y_i(n). \quad (12)$$

Следовательно, изначальная формула вычисления компонента градиента для связи выходного нейрона примет вид:

$$\frac{\partial E(n)}{\partial w_{ji}(n)} = -e_j(n) \cdot f_j'(v_j(n)) \cdot y_i(n) \quad (13)$$

Степень изменения отдельно веса вычисляется по формуле:

$$\Delta w_{ji}(n) = -\eta \frac{\partial E(n)}{\partial w_{ji}(n)}. \quad (14)$$

Знак «минус» указывает на то, что осуществляется градиентный спуск, потому что градиент указывает на максимальное возрастание функции.

Подставив выражение (2.13) в (2.14) получим:

$$\Delta w_{ji}(n) = \eta \cdot e_j(n) \cdot f_j'(v_j(n)) \cdot y_i(n) = \eta \cdot \delta_j(n) \cdot y_i(n). \quad (15)$$

Если рассматривать не выходной, а скрытый слой, то $f_j'(v_j(n))$ не будет вызывать проблем, т.к. зависит от вида активационной функции. Несмотря на то, что на скрытом слое нет учителя, и нейроны скрытого слоя не доступны непосредственно, они все еще несут ответственность за ошибку, получаемую на выходе сети, т.к. участвовали в формировании выходного сигнала.

Следовательно, на нейроны скрытого слоя можно распространить ошибку выходного слоя.

Запишем цепное правило для $\delta_j(n)$ нейрона скрытого слоя:

$$\delta_j(n) = \frac{\partial E(n)}{\partial v_j(n)} = \left(\frac{\partial E(n)}{\partial e_j(n)} \cdot \frac{\partial e_j(n)}{\partial y_j(n)} \cdot \frac{\partial y_j(n)}{\partial v_j(n)} \right) \quad (16)$$

Но для нейронов скрытого слоя отсутствует $\frac{\partial E(n)}{\partial e_j(n)}$ следовательно, цепочка без ошибки примет вид:

$$\delta_j(n) = \frac{\partial E(n)}{\partial y_j(n)} \cdot \frac{\partial y_j(n)}{\partial v_j(n)} = \frac{\partial E(n)}{\partial y_j(n)} \cdot f'(v_j(n)) \quad (17)$$

Остается только выразить $\frac{\partial E(n)}{\partial y_j(n)}$ через выходной слой, учитывая, что на нейрон j влияет множество k нейронов выходного слоя.

$$\frac{\partial E(n)}{\partial y_j(n)} = \sum \frac{\partial E(n)}{\partial e_k(n)} \cdot \frac{\partial e_k(n)}{\partial y_j(n)} = \sum e_k(n) \cdot \frac{\partial e_k(n)}{\partial y_j(n)}. \quad (18)$$

Перейдем к частной производной, применим цепное правило и получим:

$$\frac{\partial E(n)}{\partial y_j(n)} = \sum e_k(n) \cdot \frac{\partial e_k(n)}{\partial v_k(n)} \cdot \frac{\partial v_k(n)}{\partial y_j(n)} \quad (19)$$

Для скрытого слоя $e_k(n) = t_k(n) - y_k(n) = t_k(n) - f_k(v_k(n))$, следовательно:

$$\frac{\partial e_k(n)}{\partial v_k(n)} = (t_k - f_k(v_k(n)))' | v_k(n) = -f_k'(v_k(n)). \quad (20)$$

В то же время, $v_k(n) = \sum_{j=0}^m w_{kj}(n) \cdot y_j(n)$, следовательно:

$$\frac{\partial v_k(n)}{\partial y_k(n)} = (\sum_{j=0}^m w_{kj}(n) y_j(n))' | y_j(n) = w_{kj}(n) \quad (21)$$

$$\frac{\partial E(n)}{\partial y_j(n)} = -\sum e_k(n) \cdot f_k'(v_k(n)) \cdot w_{kj}(n) = -\sum \delta_k(n) \cdot w_{kj}(n) \quad (22)$$

Окончательная формула обратного распространения для локального градиента $\delta_j(n)$, скрытого нейрона j :

$$\delta_j(n) = f_j'(v_j(n)) \cdot \sum_k \delta_k(n) \cdot w_{kj}(n) \quad (23)$$

Если нейрон выходной, то локальный градиент $\delta_j(n)$ равен произведению производной активационной функции $f_j'(v_j(n))$ на сигнал ошибки $e_j(n)$ для нейрона j . Если же нейрон находится в скрытом слое, то градиент рассчитывается как сумма градиентов нейронов следующего скрытого или выходного слоя, непосредственно связанных с данным нейроном.

Для сверточных нейронных сетей главное отличие заключается в том, что каждая связь нейрона объединяет не два фиксированных узла, а представляет из себя суммарное связывающее состояние для нескольких нейронов предыдущего слоя [6], в зависимости от положения плавающего окна представлено на рис. 6.

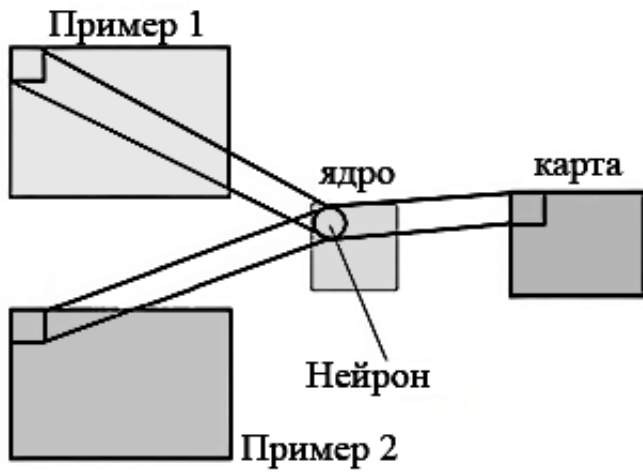


Рис. 6 – Схема соединения карт

Поэтому при вычислении $\partial_j(n)$ необходимо накопить и посчитать суммарный градиент для всех состояний плавающего окна.

$$\nabla E^p = \nabla \left(\frac{\partial E}{\partial w_1}; \frac{\partial E}{\partial w_2}; \dots; \frac{\partial E}{\partial w_n} \right), \quad (24)$$

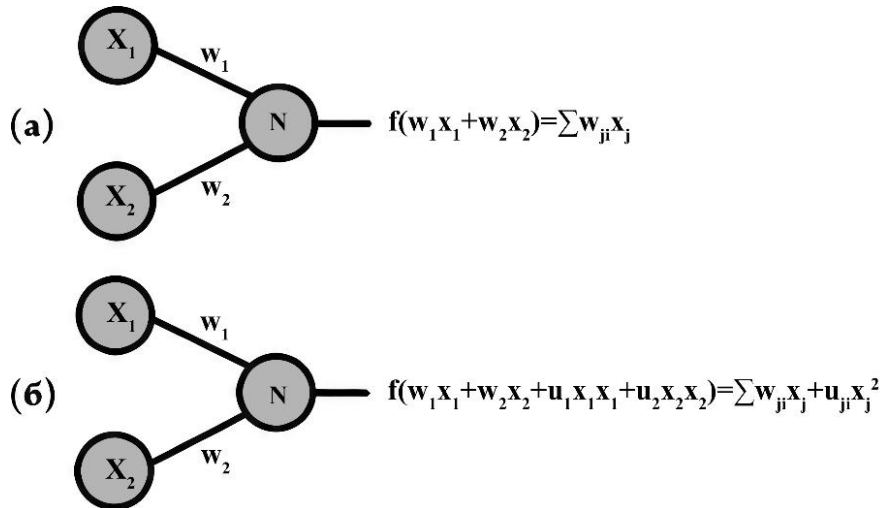


Рис. 7 – Схема сверточных нейронных сетей высоких порядков:

(а) – стандартный нейрон; (б) – нейрон с полиномиальными сумматорами второго порядка

Такой подход не затрагивает активационные функции нейронов и принципы вычисления ошибки, поэтому единственным отличием от стандартного алгоритма обратного распространения будет вычисление взвешенной суммы. Взвешенная сумма j -го нейрона второго порядка вычисляется следующим образом:

$$v_j(n) = \sum_{i=0}^m (w_{ji}(n)y_i(n) + u_{ji}(n)y_i^2(n)) \quad (26)$$

Для третьего порядка:

$$v_j(n) = \sum_{i=0}^m (w_{ji}(n)y_i(n) + u_{ji}(n)y_i^2(n) + \mu_{ji}(n)y_i^3(n)). \quad (27)$$

Тогда, для вычисления того, насколько нужно изменить весовые

где P – общее количество настраиваемых параметров

$$\partial_s(n) = \eta \cdot \sum y_i \cdot \partial_j = \eta \cdot (y_1 \partial_1 + y_2 \partial_2 + \dots + y_m \partial_m). \quad (25)$$

Сверточные нейронные сети высоких порядков (Higher-order Neural Networks, HONNs) – расширение над сетями прямого распространения представлено на рис. 7, в которых используются полиномиальные сумматоры нейронов, которые позволяют сети более качественно извлекать информацию из входного сигнала [7]. При этом вместо обычного взвешенного суммирования используются функции высоких порядков – квадратные, кубические, тригонометрические и т.д. Главным недостатком такого подхода является необходимость вводить дополнительные массивы весовых коэффициентов.

коэффициенты w и u , вычислим две частных производных:

$$\frac{\partial v_j(n)}{\partial w_{ji}(n)} = (\sum_{i=0}^m w_{ji}(n) y_i(n) + u_{ji}(n) y_i^2(n)) | w_{ji}(n) = \sum_{i=0}^m y_i(n); \quad (28)$$

$$\frac{\partial v_j(n)}{\partial w_{ji}(n)} = (\sum_{i=0}^m w_{ji}(n) y_i(n) + u_{ji}(n) y_i^2(n))' | u_{ji}(n) = \sum_{i=0}^m y_i^2(n). \quad (29)$$

Таким образом, для коррекции весов нейронной сети второго порядка, если полиномиальные сумматоры находятся на выходном слое:

$$\Delta w_{ji}(n) = \eta \cdot e_j(n) \cdot f_j'(v_j(n)) \cdot y_i(n) = \eta \cdot \delta_j(n) \cdot y_i(n); \quad (30)$$

$$\Delta u_{ji}(n) = \eta \cdot e_j(n) \cdot f_j'(v_j(n)) \cdot y_i^2(n) = \eta \cdot \delta_j(n) \cdot y_i^2(n). \quad (31)$$

Если же сумматоры высоких порядков находятся на внутренних слоях сверточной нейронной сети:

$$\Delta w_{ji}(n) = f_j'(v_j(n)) \cdot \sum_k \partial_k(n) \cdot w_{kj}(n) \cdot y_i(n); \quad (32)$$

$$\Delta w_{ji}(n) = f_j'(v_j(n)) \cdot \sum_k \partial_k(n) \cdot w_{kj}(n) \cdot y_i^2(n). \quad (33)$$

Выводы.

1. Разработана модель выделения и распознавания цели на изображениях,

базирующийся на сверточной нейронной сети *R-CNN*, использующую нейроны второго порядка сгенерированных алгоритмом селективного поиска по низкочастотной структуре изображения.

2. Показаны изменения от базовой модели сверточной нейронной сети *R-CNN*.

Список литературы:

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
2. Грузман, И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учебное пособие / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – 168 с.
3. Байгузов В.О. Анализ тенденций развития приборов разведки и видеоаналитики – «Доклады Академии военных наук, 20-21.10.2023 г.», инв.№ 2/2617 – Вольск-17, 2023. – стр. 98-106.
4. Агеев, А. Д. Нейроматематика. Книга 6: учебное пособие для вузов / А.Д. Агеев, А.Н. Балухто, А.В. Бычков, С.А. Верещагин и др. – М.: ИПРЖР, 2002. – 448 с.
5. Короткий, С. Нейронные сети: основные положения / С.Короткий. – М.: Наука, 1989. – 231 с.
6. Simard, P.Y. Best practices for convolutional neural networks applied to visual document analysis / P.Y. Simard, D. Steinkraus, J. C. Platt // Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition. – Edinburgh, 2003. – pp. 541-555.
7. Arenzon, J. J. Neural networks with high order connections / J.J. Arenzon, R.M.C. de Almeida // Physical review. – 1993. – Vol. 48. – №5. – pp. 4060-4069

**Особенности теплотехнического расчета ограждающих конструкций
тенто-мобильных укрытий****Features of thermal engineering calculations for tent mobile shelters**

Аннотация. В статье приведен анализ требований действующих нормативных документов к теплозащитным характеристикам каркасно-тентовых сооружений, предложен алгоритм их теплотехнического расчета, получены значения удельных затрат тепла, холода, электрической энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха тенто-мобильных укрытий, которые можно использовать для технико-экономического обоснования строительства.

Abstract: The article provides an analysis of the requirements of current regulatory documents for the thermal protection characteristics of frame-tent structures, proposes an algorithm for their thermal engineering calculation, and obtains values of specific heat, cold, and electrical energy consumption for heating, ventilation, and air conditioning of tent-mobile shelters.

Ключевые слова: каркасно-тентовые сооружения, тенто-мобильные укрытия, приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, тепловая инерция, инфильтрация, температурно-влажностный режим.

Keywords: frame-tent structures, tent-mobile shelters, reduced resistance to heat transfer of the enclosing structure, thermal inertia, infiltration, and temperature and humidity conditions.

Опыт специальной военной операции показал актуальность возведения каркасно-тентовых сооружений в тыловых и базовых районах. Если пятнадцать лет назад область применения таких сооружений ограничивалась складами и быстровозводимыми ангарами [6-16], то сейчас на основе каркасно-тентовых сооружений разработаны тенто-мобильные укрытия (ТМУ), используемые для нужд МО, МЧС, ОПК (рис. 1). Укрытия защищают от внешних погодных факторов личный состав, вооружение и специальную

технику, обеспечивая их максимальную готовность к применению.

Ограждающие конструкции каркасно-тентовых сооружений состоят из сборного металлического рамного каркаса, обтянутого покрытием в один слой из полиэфирного материала, обработанного акриловым лаком и облицованного поливинилхлоридом (ПВХ).

Возможно решение покрытия из двух слоев, образующих между собой оболочку воздушной прослойки большой толщины (рис. 2).

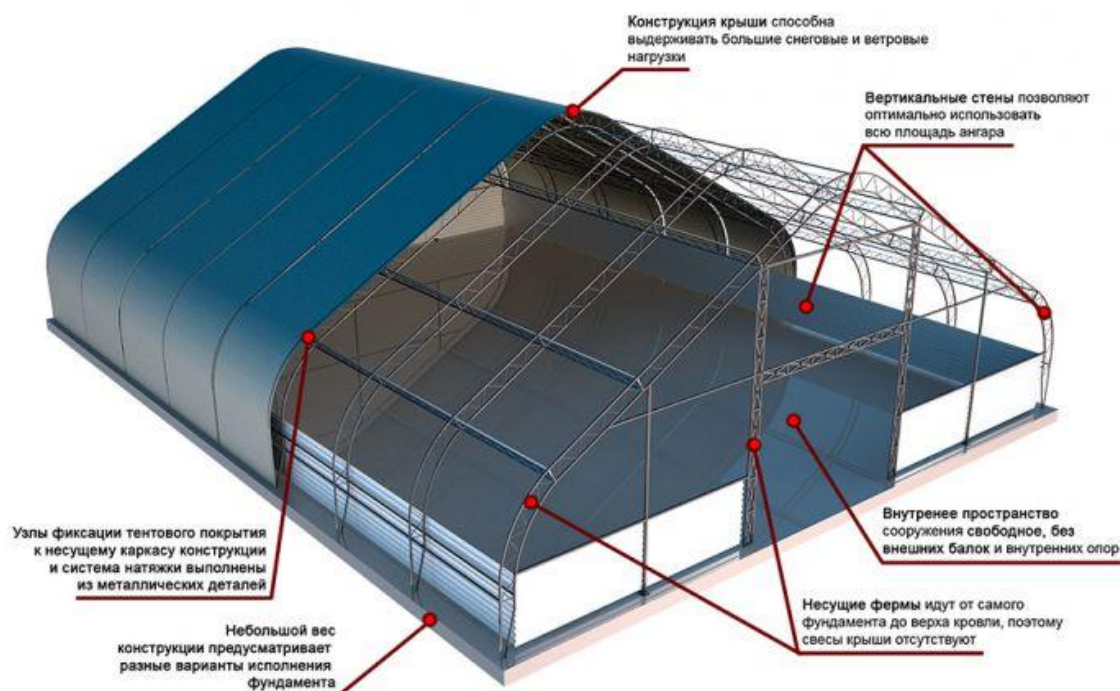


Рис.1 ТМУ на основе каркасно-тентового сооружения

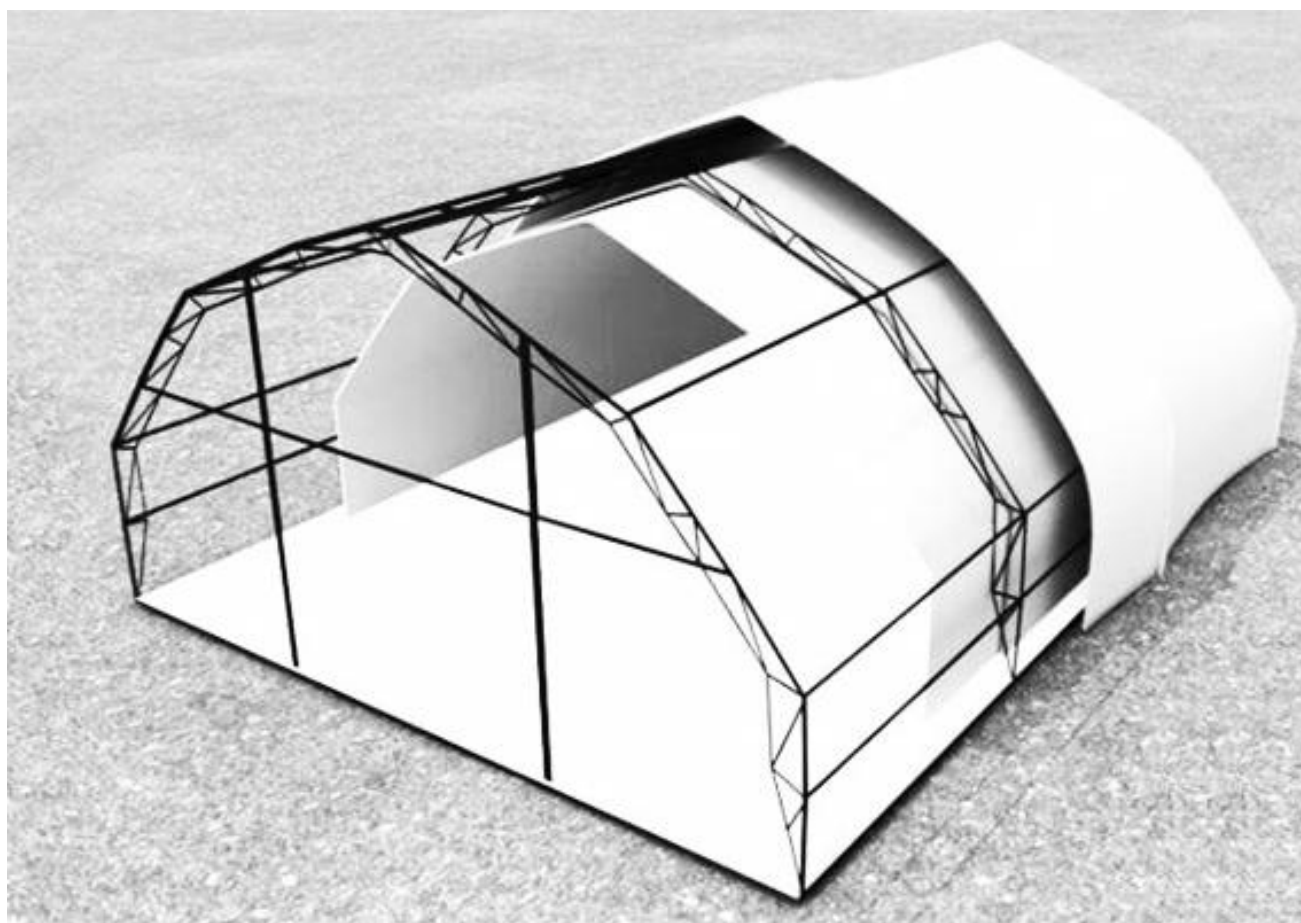


Рис. 2 Каркасно-тентовое сооружение с воздушной прослойкой

Эти легкие ограждающие конструкции тенто-мобильных укрытий обеспечивают условия для быстрого возведения сооружений (в течение 5...15 дней) и их многократного использования. Тенто-

мобильные укрытия с однослойным покрытием можно выполнить и в «теплом» варианте. При «теплом» исполнении на внутреннюю сторону каркаса натягивается внутренний тент, выполненный из ПВХ

ткани, а в межтентовое пространство укладываются маты из полиэфирного утеплителя толщиной от 50...250 мм, в зависимости от температурного режима помещения и района установки. Такое решение может являться альтернативой варианту с воздушной прослойкой.

В Вооруженных силах РФ ТМУ могут устанавливаться в различных климатических поясах страны и, как правило, рассматриваются в 4 вариантах:

- для фронтовой авиации;
- для военно-транспортной и дальней авиации;
- для вертолетов;
- унифицированные укрытия для сухопутных войск.

Последняя группа сооружений с успехом применяется для пунктов хранения боеприпасов, логистических комплексов, сооружений жилого и технического назначения. Хорошо зарекомендовали себя данные сооружения для указанных целей при размещении российского воинского контингента в Сирийской Арабской Республике.

Наряду с перечисленными следует отметить применение ТМУ с дополнительными средствами маскировки от спутников и самолетов-разведчиков для укрытия ракетных комплексов «Искандер», систем залпового огня «Ураган» и «Смерч» (рис. 3).



Рис. 3. Применение тенто-мобильного укрытия

К числу преимуществ рассматриваемых сооружений следует отнести:

- быстроту возведения и демонтажа;
- мобильность и возможность трансформации;
- удобство, простоту эксплуатации и технического обслуживания;
- низкую стоимость по сравнению с капитальными постройками.

Специфика эксплуатации ТМУ, выражающаяся в их круглогодичном использовании и необходимости поддержания в них с определенной *обеспеченностью* не только санитарно-гигиенических, но и специальных технологических требований к температурному режиму воздушной среды, предъявляет повышенные требования к обеспечивающим этот режим системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

При проектировании указанных систем необходимо учитывать теплотехнические особенности ограждающих конструкций рассматриваемых сооружений, обуславливающие теплозащитные характеристики их ограждений, выбор расчетных значений наружной и внутренней температур и, в конечном счете, оценку теплопотерь сооружений в холодный период года и теплопоступлений в результате воздействия солнечной радиации в теплый период года. Приведенный ниже анализ соответствующих методик расчета был выполнен для варианта покрытия каркасно-тентовых сооружений с воздушной прослойкой, представляющего для авторов статьи научный интерес.

Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции каркасно-тентовых сооружений проводится по известной методике в основе которой лежит необходимость определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции.

Для сооружения с воздушной прослойкой (пренебрегая коэффициентом теплотехнической однородности) приведенное сопротивление теплопередаче равно:

$$R'_0 = \frac{1}{\alpha_H} + \frac{\delta_C}{\lambda_C} + R_{в.п.} + \frac{\delta_C}{\lambda_C} + \frac{1}{\alpha_B} \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт} \quad (1)$$

где: α_H и α_B – коэффициенты теплоотдачи, соответственно наружной и внутренней поверхностей ограждающей конструкции, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

δ_C – толщина слоя ПВХ, м;

λ_C – коэффициент теплопроводности слоя ПВХ, $\text{Вт}/\text{м} \text{ } ^\circ\text{C}$;

$R_{в.п.}$ – сопротивление воздушной прослойки, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

По [1] значения α_H и α_B рекомендуется принимать $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

Суммарное сопротивление теплопереходу от наружного воздуха к наружной поверхности ограждения и теплопереходу от внутренней поверхности ограждения к внутреннему воздуху сооружения будет равно:

$$R_\alpha = \frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} = 0,158 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт} \quad (2)$$

Известны следующие теплотехнические характеристики ПВХ материала:

- Коэффициент теплопроводности – $\lambda_C = 0,16 \text{ Вт}/\text{м} \text{ } ^\circ\text{C}$;
- Объемный вес – $\gamma_C = 1350 \text{ кг}/\text{м}^3$.

При толщине слоя ПВХ в ограждающей конструкции $\delta_C = 0,001 \text{ м}$ его термическое сопротивление составит:

$$R_C = \frac{\delta_C}{\lambda_C} = \frac{0,001}{0,16} = 0,0063 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

т. е. значение R_C весьма мало и вклад слоя ПВХ в теплозащиту ограждающих конструкций составит не более 4%.

В нормативных и справочных документах приводятся значения термического сопротивления воздушных прослоек $R_{в.п.}$ только при их толщине 0,2...0,3 м. Рассмотрим возможные оценки термического сопротивления воздушных прослоек $R_{в.п.}$ при толщине от 0,3 до 2,0 м, предполагая, что оболочки воздушных прослоек замкнуты и герметичны.

Теплообмен в воздушных прослойках происходит конвекцией и излучением, и их термическое сопротивление может быть установлено следующим образом:

$$R_{в.п.} = \frac{1}{\alpha'_K + \alpha_L} \quad (3)$$

где: α'_K – коэффициент теплоотдачи конвекцией и теплопроводностью через воздушную прослойку, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

α_L – коэффициент теплоотдачи излучением через воздушную прослойку, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Результаты расчетов коэффициентов термических сопротивлений воздушных прослоек $R_{в.п.}$ и сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций R'_0 в зависимости от толщины прослойки $\delta_{в.п.}$ для холодного периода года Санкт-Петербурга представлены на графиках рис. 4.

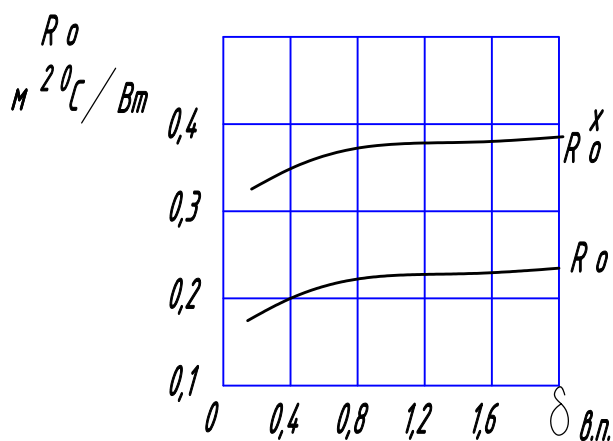


Рис. 4. Изменение значений термического сопротивления воздушной прослойки $R_{в.п.}$ и сопротивления теплопередаче ограждения R'_0 в зависимости от толщины прослойки $\delta_{в.п.}$ (для холодного периода года Санкт-Петербурга)

Результаты расчетов позволяют отметить следующее:

- вклад в передачу тепла через воздушную прослойку излучением существенно больше, чем конвекцией и может составлять при $\delta_{в.п.} = 2,0 \text{ м}$ до 70 %;
- при увеличении толщины воздушной прослойки с 0,3 м до 2,0 м ее термическое сопротивление повышается не более чем на 20-25%;
- вклад воздушной прослойки в сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций составляет до 50-60 %. Это указывает на целесообразность применения замкнутых герметичных воздушных прослоек, образующихся между слоями ПВХ, что обеспечивает создание ограждений с более высокими теплозащитными характеристиками;

– устанавливаемые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций каркасно-тентовых сооружений ($R_0 = 0,16 - 0,39 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$) существенно меньше нормативных значений сопротивления теплопередаче для стен зданий по СП 50.13330.2024. Но они практически достигают значений светопрозрачных конструкций производственных зданий. Например, для Санкт-Петербурга окна в производственных зданиях (при $t_{\text{в}} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$) должны иметь $R_0^{\text{норм}} = 0,3 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, а для общественных зданий $R_0^{\text{норм}} = 0,62 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, для стен $R_0^{\text{норм}} = 1,78$ и $2,37 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ соответственно.

Выполнение ограждающих ТМУ с нормативными значениями, рекомендуемыми для стен зданий возможно в случае применения теплоизоляционных материалов, что приведет к удорожанию, увеличению сроков строительства и снижению мобильности.

Теплозащитные характеристики ограждений зависят от воздухопроницаемости применяемых строительных материалов и в целом от конструкции ограждений. Материал поливинилхлорид (ПВХ), используемый при расчетных значениях теплового и ветрового напоров $\Delta P = 1...2$ мм вод. ст. воздухопроницаемость может составить не более $0,001...0,004 \text{ кг}/\text{м}^2 \text{ ч}$. Конструкции ограждений каркасно-тентовых и надувных сооружений могут иметь неплотности в местах:

- сочленения отдельных полотен покрытий ПВХ;
- крепления покрытий (тентов) к металлическому каркасу;
- крепления покрытий (тентов) к фундаменту сооружения.

Через указанные неплотности может поступать наружный воздух в результате воздействия теплового и ветрового напоров.

Опыт проектирования каркасно-тентовых сооружений с полезным объемом $11000-17000 \text{ м}^3$ при котором были осуществлены расчетные оценки возможных неплотностей в ограждающих конструкциях и объема инфильтрации, позволяет отметить, что кратность воздухообмена в сооружениях в результате инфильтрации наружного воздуха может достигать в холодный период года до $0,3 \text{ 1/ч}$.

Вполне очевидно, что степень влияния инфильтрации наружного воздуха на температурно-влажностный режим каркасно-тентовых сооружений должна устанавливаться на основе результатов испытаний сооружений

на герметичность, которые надо производить после окончания их строительства, а также периодически при их эксплуатации.

Тепловая инерция (D) ограждающих конструкций каркасно-тентовых сооружений при двух слоях ПВХ может быть оценена по формуле:

$$D_2 = 2R_s \cdot S_c \quad (4)$$

где S_c – коэффициент теплоусвоения слоя ПВХ, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, равный при 24-часовом периоде $0,27\sqrt{\lambda_c \cdot \gamma_c \cdot C_c}$. Для воздушной прослойки $S_c=0 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, принимая $C_c=1,26 \text{ кДж}/\text{кг } ^\circ\text{C}$ получаем:

$$S_c = 0,27\sqrt{0,16 \cdot 1350 \cdot 1,26}=4,5 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Тогда:

$$D_2 = 2 \cdot 0,0063 \cdot 4,5 = 0,056$$

Результаты оценки тепловой инерции (D) ограждающих конструкций каркасно-тентовых сооружений свидетельствуют о том, что они относятся к безынерционным ограждениям (к наилегчайшим по степени массивности), для которых расчетная продолжительность холодного отрезка времени составляет не более суток.

Ранее действующий СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» требовал принимать расчетную температуру наружного воздуха с учетом тепловой инерции D ограждающих конструкций и для подобных зданий за расчетную температуру наружного воздуха в холодный период года (t_H) рекомендовал принимать среднюю температуру наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98. Принятие в качестве расчетной температуры более высокой температуры (например температуры наиболее холодной пятидневки) будет связано с понижением показателя обеспеченности заданного температурно-влажностного режима в сооружении.

Критерием для обоснованного выбора расчетного значения температуры наружного воздуха холодного периода года (t_H) при определении теплотерь каркасно-тентовых сооружений может быть, по нашему мнению, допустимая продолжительность периода, в течение которого возможно нарушение заданных параметров внутреннего воздуха в сооружениях.

Проведенные исследования позволили определить значения некоторых удельных показателей, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Значения удельных затрат тепла, холода, электрической энергии на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха ТМУ на основе каркасно-тентовых сооружений (затраты на 1 м³ сооружения)

Наименование удельных показателей	Значение удельных показателей
Удельные затраты тепла на отопление и вентиляцию в сооружении, ккал/ч·м ³ (Вт/м ³)	27,2 (31,6)
Удельные затраты холода для ассимиляции тепlopоступлений в сооружение, ккал/ч·м ³ (Вт/м ³)	4 (4,65)
Удельные значения электрической мощности, установленного в сооружении вентиляционного, холодильного оборудования и оборудования кондиционирования воздуха, кВт/м ³	0,0021

Представляется, что полученные удельные энергетические показатели будут полезны для Заказчиков и Исполнителей в предпроектный период при принятии решений на проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха каркасно-тентовых сооружений, используемых для целей служб МТО.

Расчет тепlopоступлений через ограждающие конструкции каркасно-тентовых сооружений в результате воздействия солнечной радиации в теплый период также должен учитывать особенности их теплотехнических характеристик:

- весьма малые значения тепловой инерции ($D < 0,03...0,06$) и сопротивление теплопередаче ($R_0 < 0,2...0,4 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$) ограждающих конструкций;
- коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью ($\rho_{\text{пог}} = 0,12...0,18$);
- проникающая составляющая солнечной радиации ($\rho_{\text{прон}} = 0$), равная нулю (в результате применения непрозрачных материалов при создании этих конструкций).

В соответствии с материалами [1, 2] поступление тепла в сооружение через покрытие в теплый период года следует рассчитывать, как гармонически изменяющийся тепловой поток (Q),

$$Q = q_0 + \beta \cdot A_q \quad (5)$$

где: q_0 – среднесуточное поступление тепла в сооружение;

A_q – амплитуда суточных колебаний теплового потока;

β – коэффициент, учитывающий изменение величины теплового потока в различные часы суток.

Среднесуточное поступление тепла q_0 через ограждающую конструкцию сооружения определяется по формуле:

$$q_0 = \frac{F}{R_0^m} [(t_n + \rho_{\text{пог}} \cdot J_{\text{ср}} / \alpha_n) - t_n] \quad (6)$$

где: F – площадь поверхности ограждающей конструкции, м²;

R_0^m – сопротивление теплопередаче ограждения в теплый период года;

t_n – расчетная температура наружного воздуха в июле;

$\rho_{\text{пог}}$ – коэффициент поглощения тепла солнечной радиации наружной поверхностью ограждения, значения которого устанавливаются по справочным данным;

$J_{\text{ср}}$ – среднесуточное количество тепла суммарной солнечной радиации поступающей на поверхность ограждения в самый жаркий месяц;

α_n – коэффициент тепловосприимчивости наружной поверхности ограждения для теплового периода года.

Амплитуду колебаний теплового потока в течении суток (A_q) рекомендуется определить по формуле:

$$A_q = \alpha_v \cdot F \frac{A_{t_n}^{\text{расч}}}{v} \quad (7)$$

где α_v – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения;

$A_{t_n}^{\text{расч}}$ – расчетная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в самый жаркий месяц;

v – коэффициент затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха $A_{t_n}^{\text{расч}}$.

Учитывая, что тепловая инерция ограждающих конструкций каркасно-тентовых сооружений $D < 1,5$ значение коэффициента затухания v можно определить по формуле:

$$v = R_0^m \cdot \alpha_v \quad (8)$$

Принимая:

$$A_{t_n}^{\text{расч}} = 0,5A_{t_n} + \rho_{\text{пог}} J_{\text{ср}_n}^{\text{ср}_n} \quad (9)$$

Имеем:

$$A_q = \frac{F}{R_0^m} [0,5A_{t_n} + \rho_{\text{пог}} J_{\text{ср}_n}^{\text{ср}_n}] \quad (10)$$

где A_{t_n} – максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в самый жаркий месяц; J_{max} , $J_{\text{ср}}$ – соответственно максимальное и среднесуточное значения суммарной суточной радиации.

Значения A_{t_n} , J_{max} , $J_{\text{ср}}$ принимаются по СП 131.13330.2025 «Строительная климатология».

Непосредственно сам расчет теплопоступлений можно вести по следующей формуле:

$$Q = \frac{F}{R_0^m} \left\{ \left[\left(t_n + \frac{\rho_{\text{пог}} J_{\text{ср}}}{\alpha_n} \right) - t_{\text{в}} \right] + \beta \left[A_{t_n} + \frac{\rho_{\text{пог}} (J_{\text{ср}}^{\text{ср}_n})}{\alpha_n} \right] \right\} \quad (11)$$

Практическое применение формулы (11) требует дополнительную исходную информацию о сопротивлении теплопередачи ограждающих конструкций для теплого периода года R_0^m и расчетной наружной температуре t_n .

Для обоснования рекомендаций по оценке значений сопротивления теплопередаче для теплого периода года с ограждающих конструкций каркасно-тентовых сооружений были выполнены расчеты этих характеристик ограждений:

- с одним слоем ПВХ,
- с двумя слоями ПВХ (с воздушной прослойкой).

В результате расчетов установлено:

- значения сопротивления теплопередаче однослойных ограждающих конструкций для теплого периода года R_0^m меньше на 5%, чем значения сопротивления передаче для холодного периода года (R_0^x). Это объясняется тем, что при расчете сопротивления теплопередаче R_0^m было учтено влияние расчетной скорости ветра на величину коэффициента тепловосприимчивости (α_n);
- значение сопротивления теплопередаче двуслойных ограждающих конструкций (с воздушной прослойкой) для теплого периода года R_0^m меньше на 5-10%, чем значения сопротивления теплопередаче этих ограждений для холодного периода года, в связи с большим влиянием излучения и конвекции на теплопередачу через воздушную прослойку ограждений в теплый период года.

Для установления рекомендаций по выбору расчетных значений наружной температуры для теплого периода года (t_n) были рассмотрены существующие методические подходы к оценке указанного параметра в практике разработки систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Как следует из [3] выбор расчетной и наружной температуры для теплого периода года (t_n) связан с учетом уровня требований к параметрам внутреннего воздуха.

При разработке систем вентиляции, обеспечивающих допустимый уровень микроклимата, температуру наружного воздуха принимают по параметрам А, при разработке систем кондиционирования воздуха с целью обеспечения, как правило оптимальных метеорологических условий по параметрам Б [1].

Нормы [3] допускают принимать в теплый период года и более высокие параметры, чем А и Б. При этом выбор соответствующих температур наружного воздуха предполагает определенные и различные продолжительности необеспеченности параметров микроклимата в проектируемых сооружениях.

Чтобы оценить рассмотренные подходы в выборе расчетной наружной температуры для теплого периода (t_n), были выполнены расчеты теплопоступлений через ограждающие конструкции каркасно-тентового сооружения конструкцией аналогичной рис. 2.

В расчетах для условий Санкт-Петербурга были приняты различные значения наружной температуры по данным [5]:

- температура параметров А (обеспеченность 0,95) – $t_n^a = 22^\circ\text{C}$
- температура параметров Б (обеспеченность 0,98) – $t_n^b = 25^\circ\text{C}$

Абсолютная максимальная температура наиболее теплого месяца – $t_n^{\text{max}}^\circ\text{C}$

В результате расчетов установлено, что значения максимальных теплопоступлений в сооружение в течение суток, определенные при расчетных температурах t_n^a , t_n^b , t_n^{max} относятся как 1:1,2:1,6

Эти результаты указывают на необходимость осуществления выбора значений наружной температуры для теплого периода года (t_n) с учетом:

- технико-экономического обоснования принимаемого решения по системам вентиляции и кондиционирования воздуха;

– оценки возможной продолжительности необеспеченности заданного микроклимата в проектируемых сооружениях в теплый период года.

Выводы: при отсутствии в настоящее время требований и указаний, регламентирующих определение теплопотерь в холодный период года и теплопоступлений в теплый период года через покрытия ТМУ на основе каркасно-тентовых сооружений (рис. 1 и 2), проектируя системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха указанных сооружений, представляется целесообразным использовать следующие рекомендации:

– расчетные значения наружной температуры для холодного и теплого периодов года следует устанавливать

в зависимости от уровня требований к параметрам внутреннего воздуха и обеспеченности, регламентированной не только санитарно-гигиеническими, но и технологическими факторами;

– значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций для холодного периода (R_0^x) определять для схем ограждений I (с одним слоем ПВХ) по формуле 1, для схем ограждений II (с двумя слоями ПВХ) по графику рис.4;

– значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций сооружений (с одним или двумя слоями ПВХ) для теплого периода года (R_0^m) могут быть приняты на 5-10% меньшими, чем их значения сопротивления теплопередаче для холодного периода года (R_0^x).

Список литературы:

1. СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».
2. СП 118.13330.2022 «СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения».
3. СП 50.13330.2024 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий».
4. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».
5. СП 131.13330.2025 «СНиП 23.01.99* Строительная климатология».
6. Применение универсального автодорожного разборного моста (УАРМ) для восстановления разрушенных мостовых переходов в возможных операциях / А.А. Гусев, Е.Д. Шутов, В.В. Савицкий, Д.А. Хамидов // Гуманитарный вестник. – 2015. – № 2(33). – С. 287-293. – EDN TRKGYD.
7. Макаrchук ГВ., Саркисов С.В., Мележик А.О. К вопросу о выборе современных теплоизоляционных материалов // Актуальные проблемы военно-научных исследований: Сборник научных трудов / СПб., 2019. – С. 336-343. – EDN ZBQVLV.
8. Хамидов, Д.А. Возможности скоростного восстановления военно-автомобильных дорог / Д.А. Хамидов, Б.И. Попов // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева. – 2017. – № 1(9). – С. 102-105. – EDN YOINHD.
9. Аверьянов, В.К. Применение возобновляемых источников энергии в системах обеспечения жизнедеятельности / В.К. Аверьянов, С.В. Саркисов, А.Н. Корпусов // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № S8(9). – С. 37-49. – EDN PNPNCQ.
10. Саркисов, С.В. Общие положения управления режимами систем теплоснабжения при аварийных ситуациях / С.В. Саркисов, А.В. Блинов, А.Н. Корпусов // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № S4(16). – С. 82-87. – EDN DFEEFE.
11. Коновалов, В.Б. Федеральное ведомство по инфраструктуре министерства обороны Германии / В.Б. Коновалов, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2025. – № 1(35). – С. 4-14. – EDN CRSCLP.
12. Определения равновесного состояния систем теплоснабжения объектов военной инфраструктуры МО РФ / С.В. Саркисов, А.Н. Корпусов, Н.В. Лопатин, С.З. Эль-Салим // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № 5(17). – С. 25-34. – EDN XJRSTU.
13. Коновалов, В.Б. Организация оборонной инфраструктуры министерства обороны Великобритании / В.Б. Коновалов, А.Э. Чистяков, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2025. – № 2(36). – С. 4-16. – EDN WUYGHN.
14. Булат, Р.Е. Направления научно-исследовательских работ Военного института (инженерно-технического) на современном этапе развития / Р.Е. Булат, В.С. Игнатчик, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2017. – № 1(3). – С. 29-32. – EDN VZSTKN.
15. Коновалов, В.Б. Органы управления строительством военной инфраструктуры Италии / В.Б. Коновалов, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2025. – № 3(37). – С. 3-17. – EDN YDKKBS.
16. Саркисов, С.В. Комплексное решение по повышению энергоэффективности в системах жизнеобеспечения / С.В. Саркисов, П.А. Путилин, А.А. Сорокин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2019. – № 2(50). – С. 26-32. – EDN OJVVLA.

Методика обоснования рекомендаций к системе фоно-целевой обстановки с радиолокационной головкой самонаведения на основе моделирования поляризационной матрицы рассеяния и эффективной площади рассеяния бронетанкового вооружения (движущихся и неподвижных)

Methodology for substantiating recommendations for a system of background-target conditions with a radar homing head based on modeling the polarization scattering matrix and the effective scattering area of armored weapons (moving and stationary)

Аннотация. В статье рассматриваются методы компьютерного моделирования эффективной площади рассеяния (ЭПР) сложных целей. Представлен комплексный подход к расчету ЭПР. Разработана методика описания поляризационных характеристик целей на основе теории нулевых поляризаций. Проведено моделирование ЭПР для образцов бронетехники (танк «Леопард-2», Т-90А). Результаты теоретических расчетов сопоставлены с экспериментальными данными. Полученные результаты имеют важное значение для развития современных радиолокационных технологий и систем целеуказания.

Abstract. The article discusses methods of computer simulation of the effective scattering area (ESR) of complex targets and presents an integrated approach to calculating the ESR. A methodology for describing the polarization characteristics of targets based on the theory of zero polarizations has been developed. EPR modeling was carried out for armored vehicles (Leopard-2 tank, T-90A). The results of theoretical calculations are compared with experimental data. The results obtained are important for the development of modern radar technologies and target designation systems.

Ключевые слова: эффективная площадь рассеивания, радиолокационная головка самонаведения, цель, подстилающая поверхность.

Keywords: effective scattering area, radar homing head, target, underlying surface.

Для моделирования на ЭВМ ЭПР сложных целей необходимо введение этапа уменьшения сложности цели до уровня, когда последующие расчеты становятся легко выполнимы. Упрощение геометрии цели осуществляется путем замены реальных элементов цели на подобные, но хорошо изученные с точки зрения отражения. Имея масштабную модель цели, можно получить ее изображение на экране дисплея, а затем заменить ее двумя изображениями: первое изображение – для расчета ЭПР, в котором объект представляется набором кубических элементов, а второе – для определения хода лучей, в котором объект представлен только плоскими гранями. Лучшим методом, реализующим принципы компьютерной графики, является метод трассирования луча [1], идея которого заключается в простом отслеживании траекторий лучей, проходящих через цель от источника облучения до наблюдателя. В результате, с учетом отражения и преломления лучей

при их встрече с поверхностями цели, для каждого элемента изображения получают набор траекторий – дерево лучей.

Для расчета величины и направления отраженных лучей используется метод геометрической оптики [1]. Согласно этому методу, ЭПР поверхности равна

$$\sigma(0) = \delta p_1 p_2, \quad (1)$$

где p_1, p_2 – радиусы кривизны поверхности тела в точке отражения.

Если уравнение поверхности $f(x, y, z)$,

$$p_1 p_2 = \frac{(df/dx)^2 + (df/dy)^2 + (df/dz)^2}{\Delta}; \quad (2)$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} \frac{d^2 f}{dx^2} & \frac{d^2 f}{dx dy} & \frac{d^2 f}{dx dz} & \frac{df}{dx} \\ \frac{d^2 f}{dx dy} & \frac{d^2 f}{dy^2} & \frac{d^2 f}{dy dz} & \frac{df}{dy} \\ \frac{d^2 f}{dx dz} & \frac{d^2 f}{dy dz} & \frac{d^2 f}{dz^2} & \frac{df}{dz} \\ \frac{df}{dx} & \frac{df}{dy} & \frac{df}{dz} & 0 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Если p_1 или $p_2 \leq 1$, то данный метод не работает.

Произвольная поверхность цели может быть записана с помощью векторного уравнения $r(s, t) = F^T(s)AF(t)$, где s и t – параметры поверхности, ограниченные $0 = s, t = 1$ на поверхности каждого участка; A – матрица размером 4×4 , определяющая конкретный участок поверхности;

$$F(x) = \begin{bmatrix} 2x^3 - 3x^2 + 1 \\ -2x^3 + 3x^2 \\ x^3 - 2x^2 + x \\ x^3 - x^2 \end{bmatrix}.$$

При учете теневых эффектов считается, что любая грань считается незатененной только тогда, когда РЛС видит ее центральную точку. Геометрия проверки на затенение представлена на рисунке 1, а на рисунке 2 представлен подход к определению поля рассеянного излучения. Согласно этому подходу, вначале определяются пары плоских граней, которые расположены на достаточно близком расстоянии и пронизываются линией визирования при заданном ракурсе цели. Затем определяется площадь проекции одной грани на другую (эффективная площадь облучения) и оценивается искомое поле рассеяния по методу физической оптики [2] или методу эквивалентных токов [1].

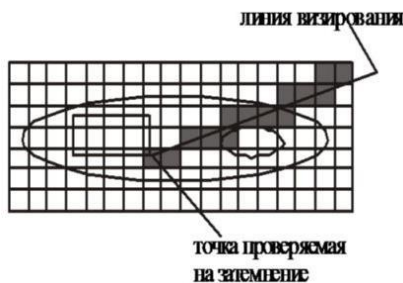


Рисунок 1 – Геометрия проверки на затенение

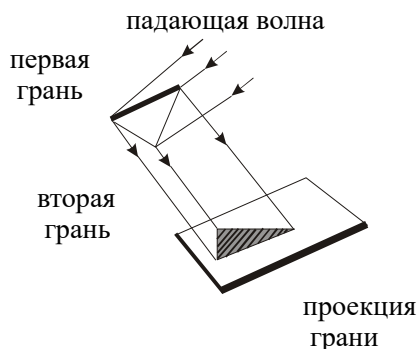


Рисунок 2 – Определение поля рассеянного излучения

Проверка затенения проводится в следующем порядке. Луч, проведенный из БТ, не должен пересекать ни один из

ограниченных участков других аппроксимирующих поверхностей. Чтобы удостовериться в этом, следует подставить в уравнение i -й проверяемой поверхности второго порядка $K(\xi, \eta, \zeta) = 0$ параметрическое выражение прямой

$$\xi = \xi_0 - r_\xi^0 t, \eta = \eta_0 - r_\eta^0 t, \zeta = \zeta_0 - r_\zeta^0 t.$$

Полученное квадратное уравнение $at^2 + 2bt + c = 0$ решается относительно t

$$t_{1,2} = \frac{(-b \pm \sqrt{b^2 - ac})}{a}.$$

Здесь

$$\begin{aligned} a &= (r^0)^T p r^0, \\ b &= 0,5(r^0)^T \text{grad} K(\xi_0, \eta_0, \zeta_0), \\ c &= K(\xi_0, \eta_0, \zeta_0), \end{aligned}$$

где p – матрица (3×3) коэффициентов канонического уравнения i -й поверхности.

При наличии хотя бы одного действительного положительного решения блестящую точку можно считать затененной. Проверка затенения отражающих БТ и кромок производится дискретно с шагом Δl . Для плоских поверхностей проверяется затенение центра каждой из элементарных площадок ΔS_i , на которые она разбита.

Метод физической оптики наиболее приемлем для поверхностей, имеющих форму цилиндра или усеченного конуса (тела с бесконечными радиусами кривизны и резкими изломами поверхности), когда основной вклад в результирующий эхосигнал вносят зеркальные отражения.

Для получения более точного решения необходимо учитывать влияние дифракции и поверхностных волн на значение ЭПР, что позволяет учесть геометрическая теория дифракции.

В соответствии с этой теорией, напряженность дифрагированного поля определяется следующим образом

$$u_d = D \sqrt{\frac{p'_1}{R(p'_1 + R)}} U_i e^{ik_0 R}, \quad (4)$$

где U_i – напряженность падающего поля; D – коэффициент дифракции;

p_1, p'_1 – основные радиусы кривизны отраженного фронта волны;

R – расстояние до точки отражения.

Коэффициент дифракции для клина описывается формулами

$$\left. \begin{matrix} D_1 \\ D_{11} \end{matrix} \right\} = \frac{\exp(i\pi/4) \sin(\pi/n)}{n\sqrt{2\pi k_0}} \left\{ \left[\cos \frac{\pi}{n} - 1 \right]^{-1} \pm \left[\cos \frac{\pi}{n} - \cos \frac{20}{n} \right]^{-1} \right\} \quad (5)$$

Если клин вырождается в полуплоскость,

$$\left. \begin{matrix} D_1 \\ D_{11} \end{matrix} \right\} = \frac{\exp(i\pi/4)}{2\sqrt{2\pi k_0}} (1 \pm \sec \Phi). \quad (6)$$

Для малых значений p_1 и p_2 (для уголка или вершины)

$$u = [D_t U^i e^{ikR}] / R, \quad (7)$$

где D_t – коэффициент дифракции на острие.

Для конуса с углом

$$D_t = \frac{i}{k_0} \frac{(3 + \cos^2 \theta)}{4 \cos^2 \theta} \left(\frac{\alpha}{2} \right)^2. \quad (8)$$

Результирующее поле в точке приема определяется суммированием полей отдельных отражателей, на которые разбита сложная цель, с учетом фаз (9) методу относительной фазы

$$E(t) = e^{-2\pi f r_0} \sum_{r=1}^R \sqrt{\delta_r(\phi, \theta)} S(t - r_0 - \Delta r_r(\phi, \theta)) e^{-2\pi f \Delta r_r(\phi, \theta)},$$

где $\sqrt{\delta_r(\phi, \theta)}$ – амплитуда сигнала, отраженного i -м отражателем;

r_r – задержка по дальности;

r_0 – относительная задержка;

f – несущая частота;

Δr_r – задержка относительно i -й ВТ.

При необходимости учета поляризационной матрицы рассеяния (ПМР) отражателей, необходимо использовать выражение более общего вида

$$S(w) = \int_x \int_y \int_z p(x, y, z) \int_r N(r) S_{1m}(x, y, z, r, \omega) e^{j\xi(x, y, z, \omega)} dr dz dy dx \quad (10)$$

где $p(x, y, z)$ – распределение элементарных отражателей по объему;

$N(r)$ – их распределение по размерам;

ω – частота зондирующего сигнала;

(x, y, z, w) – пространственные фазовые характеристики отражателей;

S_{1m} – элементы ПМР одиночного отражателя;

R – размер отражателя (эффективный радиус и т.п.).

Отметим, что при учете динамики цели выражение (9) может быть представлено в виде вектора комплексных амплитуд

$$E(t) = \sum_{i=1}^N A_i(r^0) S_i V(t - 2r_i r^0 / c) e^{-j4\pi f_0 r_i r^0 / c}, \quad (11)$$

где $A_i(r^0)$ – ПМР i -го отражателя; N – число освещенных отражателей;

r^0 – единичный вектор падающего поля;

f_0 – несущая частота;

S_i – поляризационный вектор падающей волны; c – скорость света;

$V(t)$ – комплексная амплитуда сигнала на выходе устройства оптимальной обработки;

r_i – радиус-вектор фазового центра i -го отражателя.

В процессе вычисления с помощью ЭВМ определяются:

а) векторы r^0 для различных ориентаций цели;

б) число N БТ и их координаты с учетом эффектов затенения;

в) вклад каждого элемента в сумму (11) и сумму векторов (11).

С учетом азимута β , угла места ε , углов курса Ψ , тангажа θ и крена γ цели единичный вектор r^0 может быть представлен как

$$r^0 = H(\psi, \theta, \gamma) \begin{bmatrix} \cos \varepsilon \cos \beta & \cos \varepsilon \sin \beta \sin \varepsilon \end{bmatrix}^T \quad (12)$$

Где

$$H(\psi, \theta, \gamma) = \begin{bmatrix} \cos \psi \cos \theta & -\cos \psi \cos \gamma + \sin \psi \sin \gamma \cos \psi & \sin \theta \sin \gamma + \sin \psi \cos \gamma \\ -\sin \theta & \cos \theta \cos \gamma & -\cos \theta \sin \gamma \\ -\sin \psi \cos \theta & \cos \psi \sin \gamma + \sin \psi \sin \theta \cos \gamma & \cos \psi \cos \gamma - \sin \psi \sin \theta \sin \gamma \end{bmatrix}$$

БТ определяются точками стационарной фазы. Плоскость фронта волны является касательной к выпуклой поверхности $F(x, y, z) = 0$ в точке стационарной фазы. Иначе, задающий нормаль к фронту волны единичный вектор r^0 коллинеарен вектору $grad F$, откуда, учитывая, что r_x^0, r_y^0, r_z^0 – его направляющие косинусы, имеем $\frac{\partial F}{\partial x} r_x^0 = \frac{\partial F}{\partial y} r_y^0 = \frac{\partial F}{\partial z} r_z^0$.

Аналитические выражения для нахождения координат БТ различных поверхностей второго порядка представлены в приложении А3. В этой таблице U_i – матрица перехода от собственного поляризационного базиса i -го отражателя к ПБ приемо-передающей антенны РЛ ГСН.

Графическое изображение модели танка представлено на рисунке 3. Учитывая, что смежные ракурсы цели имеют почти одинаковый набор углов и видимых граней, дискретность разворота целесообразно выбирать равной 1° , что существенно сокращает время расчета. На рисунок 4 представлены результаты расчетов круговой ЭПР модели танка типа «Леопард-2» для $\lambda = 3$ см (синий цвет линии). Там же красной линией показана

круговая диаграмма, полученная в натурных условиях. Полученные результаты показывают хорошую сходимость теоретических результатов с экспериментальными.

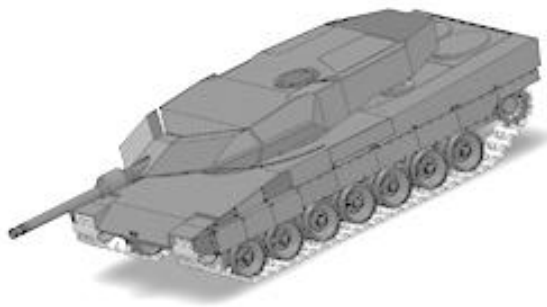


Рисунок 3 – Графическое изображение модели танка

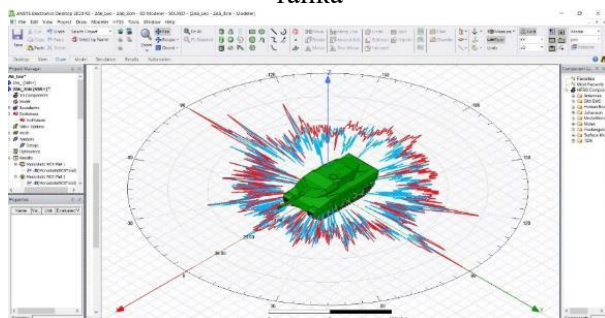


Рисунок 4 – Результаты расчетов круговой ЭПР модели танка типа «Леопард-2» для $\lambda = 3$ см

Однако, с практической точки зрения, наибольший интерес представляют не круговые статические диаграммы обратного рассеяния наземных объектов, а характеристики, позволяющие оценить их деполаризующие свойства. Изучение этих свойств важно, как для разработки эффективных алгоритмов селекции неподвижных наземных целей на фоне подстилающей поверхности, так и для формирования ложных целей, близких по отражающим свойствам к реальным целям. Поляризационные свойства целей будем описывать на основе теории нулевых поляризаций и параметров поляризационной вилки [1].

В соответствии с этой теорией поляризационные свойства любой цели могут быть описаны пятью дескрипторами Хьюнена $m, \Psi, \tau_m, \nu, \gamma$, которые вычисляются на основе результатов измерения ПМР [1, 3]:

$$\dot{S} = \left\| \begin{matrix} \dot{S}_{\Gamma\Gamma} & \dot{S}_{\Gamma B} \\ \dot{S}_{B\Gamma} & \dot{S}_{BB} \end{matrix} \right\|, \quad (13)$$

где индексы Γ и B определяют поляризацию излучаемого или принимаемого сигнала. На основе ПМР (11) могут быть рассчитаны собственные значения матрицы $\dot{\lambda}_1$ и $\dot{\lambda}_2$. Так, при $S_{B\Gamma} = S_{\Gamma B}$ (используется одна приемопередающая антенна):

$$|\dot{\lambda}_{1,2}|^2 = \frac{(Q_1 \pm \sqrt{Q_1^2 - 4Q_2^2})}{2} \quad (14)$$

где $Q_1 = |\dot{S}_{11}|^2 + |\dot{S}_{22}|^2 - 2|\dot{S}_{12}|^2$, $Q_2 = |\dot{S}_{11}\dot{S}_{22} - \dot{S}_{12}^2|$, при $|\lambda_1| > |\lambda_2|$.

Тогда параметры Хьюнена определяются выражениями

$m = |\dot{\lambda}_1|$ – мера заметности цели (m^2 – максимум ЭПР цели для оптимальной поляризации),

τ_m – мера несимметрии цели, или угол спиральности, определяется из выражения: $\sin(2\tau_m) = \frac{(2S_{\Gamma B}^2 \sin(2\phi_{\Gamma B}))}{(S_{\Gamma\Gamma}^2 + S_{BB}^2)}$, при этом $-45^\circ \leq \tau_m \leq 45^\circ$. Угол τ_m также является углом эллиптичности максимальной поляризации m .

Угол ориентации цели ψ или угол наклона оси эллипса первой собственной поляризации может быть рассчитан по формуле: $\tan(2\psi) = \frac{2S_{\Gamma B}^2 \cos(2\phi_{\Gamma B})}{(S_{\Gamma\Gamma}^2 - S_{BB}^2)}$, при этом $-90^\circ \leq \psi \leq 90^\circ$.

Угол переотражения (относительная фаза) $\nu = \Delta\phi_{12}/4 = \arg(\lambda_1) - \arg(\lambda_2)$, где $-45^\circ \leq \nu \leq 45^\circ$. Угол ν связан с деполаризацией, вызванной различным числом переотражений от цели излученного сигнала.

Характеристический угол

$$\gamma = \arctg \sqrt{\frac{|\lambda_2|}{|\lambda_1|}}, \text{ где } 0^\circ \leq \gamma \leq 45^\circ.$$

Эти параметры представлены на сфере Пуанкаре (рисунок 5), точки N_1, N_2 и MAH представляют две нулевые и максимальную поляризации, соответственно. Углы $2\psi, 2\nu, 2\tau_m$ характеризуют поворот поляризационной вилки вокруг осей X_1, X_2, X_3 , а угол 4γ определяет раскрыт поляризационной вилки.

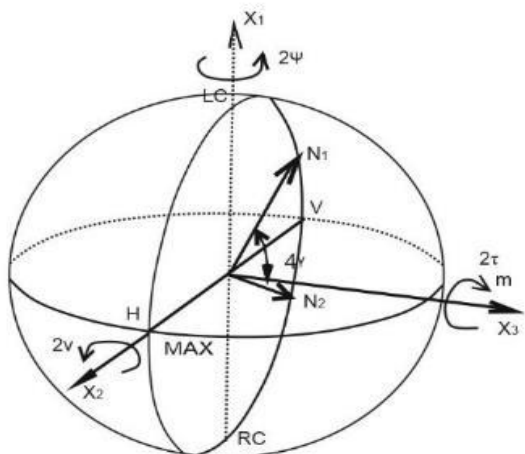


Рисунок 5 – Размещение параметров Хьюнена на сфере Пуанкаре

Для изучения указанных параметров модель цели представлялась в виде совокупности элементарных отражателей (средств изменения конфигурации) типа: плоская пластина, цилиндр-шляпа, цилиндр-обруч, трехгранный или двухгранный уголки, ЭПР и ПМР которых легко рассчитать по соотношениям из [4], приведенным в таблице 1. Расположение по поверхности цели этих отражателей приведено на рисунке 6. На рисунке 6 тип и номер отражателя, расположенного на поверхности танка, соответствует номеру столбца в таблице 1.

Таблица 1 – Элементарные отражатели

Тип отражения	Плоская пластина	Цилиндр-шляпа	Цилиндр-обруч	Трехгранник
Эффективная площадь отражения σ	$\frac{4\pi A^2}{\lambda^2}$	$\min \left[\frac{8\pi r h^2 \sin(\delta)}{\lambda}, \frac{8\pi r (r' - r)^2 \cos^2(\delta)}{\lambda \sin(\delta)} \right]$	$\frac{8\pi r h^2 \sin(\delta)}{\lambda}$	$\frac{4\pi L^4}{3\lambda^2}$
Матрица поляризации T_n	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \cos(2\psi_a) & \sin(2\psi_a) \\ \sin(2\psi_a) & -\cos(2\psi_a) \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \cos(2\psi_a) & \sin(2\psi_a) \\ \sin(2\psi_a) & -\cos(2\psi_a) \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

В таблице введены следующие обозначения:

A – площадь поверхности пластины; h – высота цилиндра;

r – радиус цилиндра; r' – радиус «шляпы» цилиндра;

δ – угол между направлением распространения электромагнитной волны и осью цилиндра;

L – длина грани уголкового отражателя;

ψ_a – угол между вектором горизонтальной поляризации и выбранной гранью отражателя.

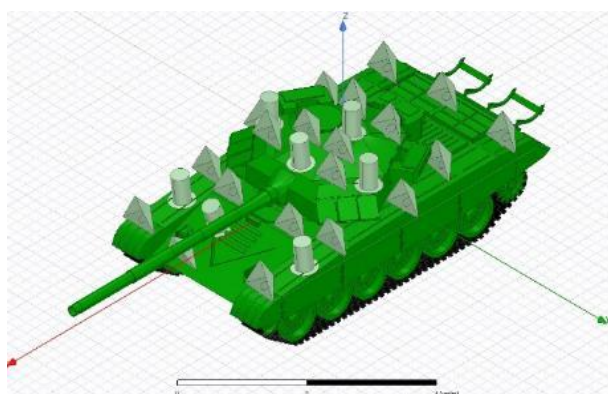


Рисунок 6 – Расположение элементарных отражателей по поверхности цели

Отметим, что более сложные центры рассеяния танка можно представить в виде совокупности трехгранного уголка и «шляпы». Расположение этих отражателей по поверхности цели $p(x, y, z)$, приведено на рисунке 6.

На рисунке 7 представлены результаты расчетов круговой ЭПР модели танка Т-90А с установленными элементарными отражателями на длине волны 8 мм

и линейной вертикальной поляризации при значении угла подхода ракеты к цели 0° .

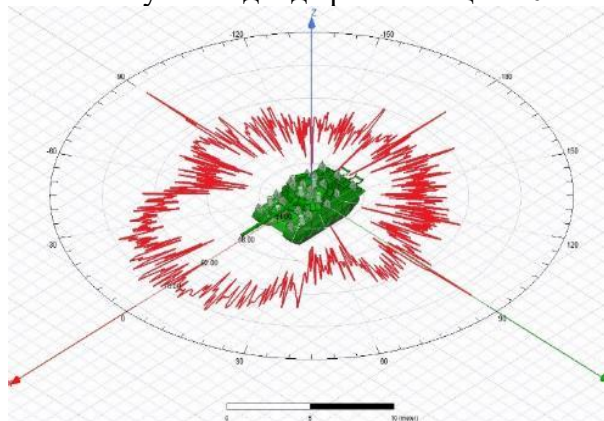


Рисунок 7 – Результаты расчетов круговой ЭПР модели танка Т-90А для $\lambda = 8$ мм

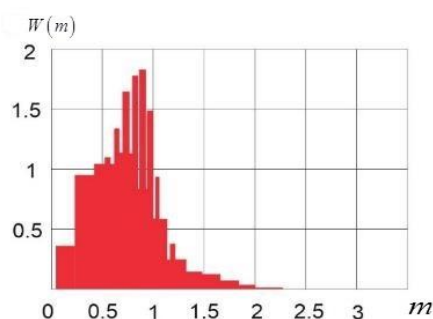
Координаты для размещения отражателей определялись на основе результатов лабораторных и экспериментальных измерений [5]. Таким образом, все необходимые данные для расчетов $S(\omega)$ по выражению (10)

определены. Условия моделирования ПМР цели для определенных значений координат цели относительно наблюдателя (дальности, азимута, угла места, а также

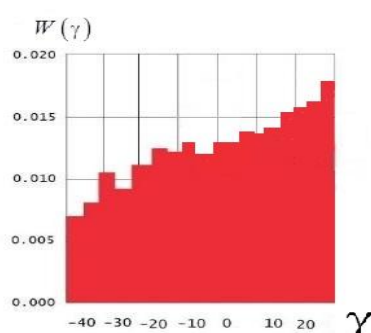
несущей частоты, диаметра антенны, длительности зондирующего импульса и дискретизации угла наблюдения цели) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Условия моделирования ПМР цели для определенных значений координат цели относительно наблюдателя

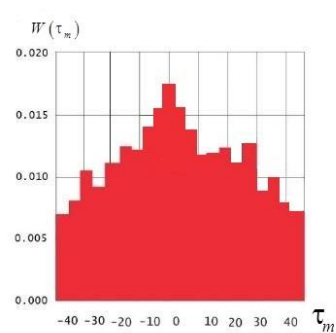
№ рис.	Дальность, м	Диаметр антенны, см	Частота, ГГц	Длительность импульса, Н сек	Азимут, град.	Угол места, град.	Интервал угла обзора, град.	Число наблюдений
Моделирование	200	10	94	200	45	45	0,02	10
Рисунок 7	200	10	94	200	45	45	0,5	250
Рисунки 8 а-е	200	10	94	200	45	45	20	999



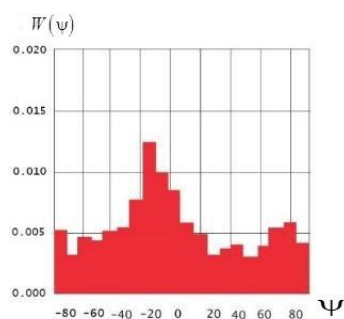
а)



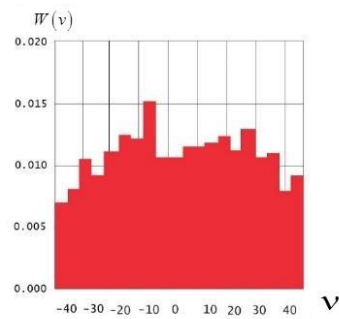
б)



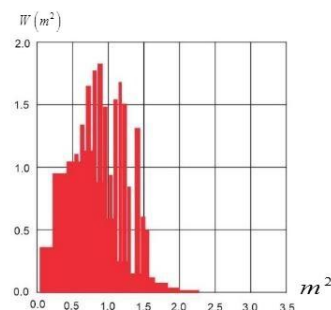
в)



г)



д)



е)

Рисунок 8 – Гистограмма: а) – PRV $W(m)$; б) – PRV $W(\gamma)$; в) – PRV $W(\tau_m)$; г) – PRV $W(\psi)$; д) – PRV $W(v)$; е) – PRV $W(m^2)$.

На рисунке 8 для условий моделирования таблицы 2 представлены зависимости параметров Хьюнена от угла обзора и экспериментальные гистограммы PRV: $W(m), W(\gamma), W(\tau_m), W(\psi), W(v), W(m^2)$.

Из рисунка 8е видно, что величина параметра m^2 существенно изменяется даже при незначительных изменениях угла наблюдения $\Delta\theta \leq 0,025$.

Закон распределения $W(m^2)$ (рисунок 8е) отличается от экспоненциального, а $W(m)$

(рисунок 8а) – от релеевского. Центр тяжести m^2 сосредоточен в районе 0,75. Нулевые поляризации, определяемые углом γ , изменяются в пределах $20^\circ - 40^\circ$ с центром тяжести в районе 30° . Следовательно, цель типа танка имеет средний масштаб поляризуемости. При $\gamma = 0^\circ$ имеет место полная поляризуемость цели.

В принципе, деполаризующие свойства цели можно характеризовать комплексным параметром $Q_0 = \frac{m^2}{8 \cos^4(\gamma)}$. В данном случае среднее значение этого параметра равно

0,04. Вероятность случая полной поляризуемости цели ($\gamma = 0^\circ$) не высока. Этот случай характерен для комбинации трехгранника с двухгранником с нулевой разностью фаз, для двух двухгранников с относительной разностью фаз 90° или для линейного отражателя.

Математическое ожидание параметра ν (рисунок 8д) близко к нулю, что указывает на преобладание нечетного числа переотражений от целей рассматриваемого типа. Математическое ожидание параметра ψ (рисунок 8г) близко к -20° , что связано с неравномерной ориентацией отражателей двухгранного типа, которые составляют около $2/3$ ЭПР цели. Их оси предпочтительно сориентированы вдоль одной из осей координат танка. Математическое ожидание параметра τ_m (рисунок 8в) составляет -5° , что означает, что цель обладает высокой степенью симметрии.

Таким образом, предложенная модель танка является инструментом для детального изучения поляризационных свойств сложной цели, как для статистических, так и для динамических диаграмм ЭПР. Полученные результаты являются основой для решения обратной задачи. То есть сложную цель, при наличии сверхразрешения по дальности и угловым

координатам, например, при использовании сложных сигналов и РЛС с синтезированной апертурой, можно представить в виде совокупности простейших отражателей (средств изменения конфигурации) с учетом их расположения, что является портретом цели и основой для селекции и идентификации неподвижных наземных объектов.

Подстилающая поверхность анализируемого участка местности РЛСО ГСН своеобразным фоном, среди которого и необходимо выделить сигнал БТВ (цели).

Высокая вероятность обнаружения БТВ соответствует условию, когда мощность отраженного от объекта сигнала значительно превышает мощность сигнала фона в элементе разрешения. Так как мощность отраженного от цели сигнала определяется ЭПР σ_c , то с учетом движения средства разведки (СР) σ_c меняется в значительных пределах при изменении, скажем, ракурса объекта. Поэтому для расчета характеристик обнаружения БТВ целесообразно использовать усредненные (по диапазону углов наблюдения) значения ЭПР σ_c . Следовательно, для определения $P_{обн}$ необходимо знать как ЭПР фона, так и ЭПР цели.

Список литературы:

1. Акиншин, Н.С. Оптимизация поляризации излучения и приема бортовых информационных систем при селекции целей со стабильными поляризационными характеристиками / Н.С. Акиншин, В.Л. Румянцев, Н.М. Барановский, Ю.И. Вареница // Известия ТулГУ., серия «Технические науки», вып. 1, – Тула: ТулГУ, Выпуск № 7. часть1. – 2016. – С. 221-229.
2. Пафилов, Е.А. Моделирование теплопереноса в оптическом обтекательной головки самонаведения боеприпаса / Е.А. Пафилов, А.А. Ошкин, С.И. Стреляев. О. А. Фомичева, Р.Н. Акиншин // Ж. Боеприпасы XXI век – 2016. – С. 152-154.
3. Пафилов, Е.А. Устройство для селекции объектов бронетанковой техники с адаптацией к изменению интенсивности негауссовских помех / Е.А. Пафилов // Сборник материалов межведомственной научно-практической конференции. – 2021. – Инв. №46782, – С. 330-342.
4. Данилов, В.А. Оптимальное обнаружение сигналов на фоне одного класса коррелированных негауссовских помех / В. А. Данилов // Радиотехника. – 1991. – № 8. – С. 14-19.
5. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы/ С.И. Баскаков. – М.: Высшая школа, 2003. – 462 с.

Оценка эффективности энергетического потенциала бистатических и многопозиционных неизлучающих автоматизированных радиолокационных систем

Evaluation of the efficiency of the energy potential of bistatic and multi-position non-radiating automated radar systems

Аннотация. В статье оценена эффективность энергетического потенциала бистатических и многопозиционных неизлучающих автоматизированных радиолокационных систем. Рассмотрены основные энергетические соотношения для непрерывных сигналов при когерентной обработке сигнала.

Получено выражение, описывающее отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра для ортогональных групп сигналов и позволяющее определять энергетическое отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра в бистатической системе дистанционного зондирования с синтезированием апертуры антенны для произвольной точки пространства.

Abstract. The article evaluates the efficiency of the energy potential of bistatic and multi-position non-radiating automated radar systems. The main energy relationships for continuous signals with coherent signal processing are considered. An expression is obtained that describes the signal-to-noise ratio at the output of a matched filter for orthogonal groups of signals and allows one to determine the energy-signal-to-noise ratio at the output of a matched filter in a bistatic remote sensing system with antenna aperture synthesis for an arbitrary point in space.

Ключевые слова: сигнал, радиолокационная система, фильтр, энергетические соотношения.

Keywords: signal, radar system, filter, energy relations.

Неизлучающая радиолокационная система представляет собой разнесенные в пространстве приемник и передатчик, которые перемещаются по собственным независимым траекториям с различными скоростями.

С учетом особенностей функционирования навигационных систем, существует возможность создания как бистатической (состоящей из приемника и передатчика), так и многопозиционной (состоящей из набора приемников и передатчиков, [1]) радиолокационной системы, рисунок 5.1.

В неизлучающей радиолокационной системе, основанной на приеме отраженных от объектов сигналов навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, необходима оптимальная оценка параметров отраженного сигнала по результатам наблюдения. Такими параметрами являются: амплитуда (мощность, энергия) отраженного сигнала, значение его доплеровского сдвига частоты и времени задержки. Совокупность этих параметров

позволяет для заданного набора пространственных точек построить так называемое радиолокационное изображение.

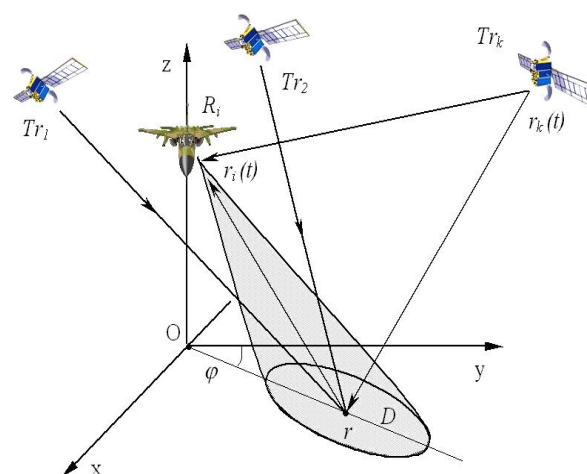


Рис. 1 – Многопозиционная неизлучающая радиолокационная система

Отношение сигнал/помеха μ является одним из факторов, определяющих качественные показатели систем дистанционного зондирования. Для

обеспечения требуемого качества измерений в задачах оценки электрофизических параметров поверхности отношение сигнал/помеха должно быть не меньше некоторого порогового значения μ_0 [1].

При расчете энергетического потенциала неизлучающей радиолокационной системы, основанной на приеме отраженных от объектов сигналов навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, это расчет весьма важен вследствие таких особенностей как использование непрерывного сложного фазоманипулированного сигнала, большая протяженность трассы распространения, малая излучаемая мощность.

При расчете энергетического потенциала будем учитывать особенности оптимальной пространственно-временной обработки. Будем полагать, что в приемнике осуществляется согласованная фильтрация принимаемого сигнала на интегр (1) наблюдения (синтезирования апертуры) [2, 3]. Это означает, что при обработке сигнала k -го передатчика в i -м приемнике выходной эффект согласованного фильтра $\dot{Y}_{ik}(r_1)$ можно представить в виде

$$\begin{aligned}\dot{Y}_{ik}(r_1) &= \int_0^T u(t) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt = \\ &= \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \int_D \dot{F}_{ij}[r, p(r)] \int_0^T \dot{S}_{ij}(t, r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt dr + \\ &+ \int_0^T n(t) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt = \dot{Y}_{Sik}(r_1) + \dot{Y}_{ISik}(r_1) + \dot{Y}_{Nik}(r_1) \\ \text{где} \\ \dot{Y}_{Sik}(r_1) &= \frac{1}{2} \int_D \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \int_0^T \dot{S}_{ik}(t, r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt dr = \\ &= \frac{1}{2} \int_D \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \psi_{ik}(r, r_1) dr -\end{aligned}$$

сигнальная составляющая (5.23); $\dot{S}_{ik}^R(t, r_1)$ – опорный сигнал; $\psi_{ik}(r, r_1)$ – пространственная функция неопределенности для сигнала, излученного k -м передатчиком и принятого приемником;

$\dot{Y}_{ISik}(r_1) = \frac{1}{2} \sum_{j=1, j \neq k}^N \int_D \dot{F}_{ij}[r, p(r)] \int_0^T \dot{S}_{ij}(t, r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt dr$, (2) помеховая составляющая, зависящая от степени взаимной ортогональности сигналов различных передатчиков (коэффициента внутрисистемных помех);

$$\dot{Y}_{Nk}(r_1) = \int_0^T n(t) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt, \quad (3)$$

помеховая составляющая, зависящая от характеристик аддитивного шума.

Отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра в произвольной точке пространства находится следующим образом

$$\mu_{ik}(r_1) = \frac{\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle}{\langle |\dot{Y}_{ISik}(r_1)|^2 \rangle + \langle |\dot{Y}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle}.$$

Рассмотрим основные энергетические соотношения для непрерывных сигналов при когерентной обработке. Именно такой вид сигналов (а не короткие импульсы как в классической радиолокации) излучается навигационными спутниками.

Величина $\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle$ при использовании полученного ранее выражения для полезного сигнала (5.15) может быть записана так:

$$\begin{aligned}\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle &= \frac{1}{4} \int_D \int_D \int_0^T \int_0^T \langle \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \dot{F}_{ik}^*[r', p(r')] \rangle \times \\ &\times \dot{S}_{ik}(t, r) \dot{S}_{ik}^*(t', r') \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', r_1) dt dt' dr dr'. \quad (4)\end{aligned}$$

Для дальнейших преобразований воспользуемся упрощенной электродинамической моделью поверхности: $\langle \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \dot{F}_{ik}^*[r', p(r')] \rangle = \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \delta(r - r')$, где $\delta(r)$ – пространственная дельта-функция, $\sigma_{ik}^0[r, p(r)]$ – удельная эффективная поверхность рассеяния. Такая модель предполагает, что в пределах элемента разрешения находится достаточно независимых отражателей. Что в большинстве практических случаев для исследуемой системы соответствует действительности. При этом выражение (5.26) примет вид:

$$\begin{aligned}\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle &\geq \frac{1}{4} \int_D \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \int_0^T \int_0^T \dot{K}_k(t, r) \dot{K}_i(t, r) \dot{G}_k(t, r) \dot{G}_i(t, r) \dot{K}_k^*(t', r) \times \\ &\times \dot{K}_i^*(t', r) \dot{G}_k^*(t', r) \dot{G}_i^*(t', r) \dot{S}_{ik}(t, r) \dot{S}_{ik}^*(t', r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', r_1) dt dt' dr \quad (5)\end{aligned}$$

Для энергетических расчетов пренебрежем случайными искажениями сигнала при распространении в атмосфере и положим, что коэффициенты $\dot{K}_k(t, r)$ и $\dot{K}_i(t, r)$ определяются затуханием электромагнитного поля в свободном пространстве:

$$K_k(t, r) = \frac{1}{\sqrt{4\pi R_k(t, r)}}, K_i(t, r) = \frac{1}{\sqrt{4\pi R_i(t, r)}}. \quad (6)$$

Полагая, что на интервале накопления сигнала (либо синтеза апертуры) $K(t, r) \approx K(r)$ и $G(t, r) \approx G(r)$, получим:

$$\begin{aligned}\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle &= \frac{1}{4} |\dot{K}_{Ak}(r_1)|^2 |\dot{K}_{Ai}(r_1)|^2 |\dot{G}_{Ak}(r_1)|^2 |\dot{G}_{Ai}(r_1)|^2 \times \\ &\times \int_D \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \int_0^T \dot{S}_{ik}(t, r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt \int_0^T \dot{S}_{ik}^*(t', r) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', r_1) dt' dr \quad (7)\end{aligned}$$

где $|\dot{K}_A(t, r)|^2$, $|\dot{G}_A(t, r)|^2$ – квадраты модулей средних значений коэффициентов,

учитывающих ослабление сигнала и влияние диаграмм направленности на интервале синтезирования апертуры антенны, соответственно.

Учтем, что $\left| \tilde{G}_A(r) \right|^2 = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_A^P(r)$, $\left| \dot{K}_A(r) \right|^2 = K_A^P(r)$, где $G_A^P(r)$ и $K_A^P(r)$ – коэффициент усиления антенны и коэффициент затухания по мощности (последний определяется выражением $K^P(r) = \frac{1}{4\pi R^2(t,r)}$), а также используем выражение для функции неопределенности при оценке УЭПР с учетом нормировки $\dot{\Psi}_{ik}(r, r_1) = \sqrt{2E_{ik}(r_1)E_{ik}^R(r_1)} \tilde{\Psi}_{ik}(r, r_1)$, причем $\tilde{\Psi}_{ik}(r, r) = 1$. В результате выражение (5.29) примет вид:

$$\langle |\dot{\Psi}_{ik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{1}{2} \frac{\lambda^2}{4\pi} \frac{G_k^P(r_1)}{4\pi R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{4\pi R_i^2(r_1)} E_{ik}(r_1) E_{ik}^R(r_1) \int_D \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \tilde{\Psi}_{ik}(r, r_1) dr \quad (8)$$

где $E_{ik}(r_1) = P_{ik}T(r_1)$ – энергия сигнала, излученная передатчиком мощностью P_k и принимаемая в течение времени $T(r_1)$ – времени накопления или времени синтеза апертуры для точки r_1 .

В последнем выражении проведем замену $\int_D \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \tilde{\Psi}_{ik}(r, r_1) dr = \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik}$, где $\sigma_{Aik}^0(r_1)$ – средняя удельная эффективная поверхность рассеяния в окрестности точки r_1 , ограниченной квадратом модуля функции неопределенности; ΔX_{ik} и ΔY_{ik} – разрешающая способность РСА в бистатической паре $i-k$ по осям ОХ и ОУ, соответственно. Окончательно, выражение (5.28) запишем в виде:

$$\langle |\dot{\Psi}_{ik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{1}{2} \frac{\lambda^2}{4\pi} \frac{G_k^P(r_1)}{4\pi R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{4\pi R_i^2(r_1)} E_{ik}(r_1) E_{ik}^R(r_1) \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik} \quad (9)$$

Рассчитаем величину $\langle |\dot{\Psi}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle$:

$$\langle |\dot{\Psi}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle = \int_0^T \int_0^T \langle n(t)n(t') \rangle \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', r_1) dt dt' \quad (10)$$

Список литературы:

1. Цифровая обработка сигналов / Ксендзук А.В., Басараб М.А., Волосюк В.К. и др. – Физматлит, 2018. – 564 с.
2. Волосюк В.К. Физические основы дистанционного зондирования природных сред радиотехническими средствами аэрокосмического базирования. – Харьков: Харьк. авиац. ин-т., 1997. – 98 с.
3. Радиолокационные методы исследования земли / Мельник Ю.А. и др. – М.: Советское радио, 1980. – 264 с.
4. Шмелев А.Б. Рассеяние волн статистически неровными поверхностями // Успехи физических наук. – 2022. – т. 106. – С. 459-475.
5. Борзов А.Б., Соколов А.В., Сучков В.Б. Методы цифрового моделирования радиолокационных характеристик сложных объектов на фоне природных и антропогенных образований // Зарубежная радиоэлектроника. – 2021. – № 5.

На основании принятой модели аддитивного шума последнее выражение можно записать так:

$$\langle |\dot{\Psi}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{N_0}{2} \int_0^T \dot{S}_{Rik}(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t, r_1) dt = N_0 E_{ik}^R(r_1) \quad (11)$$

Отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра с учетом полученных выражений (5.32) и (5.33) для ортогональных групп сигналов будет следующим:

$$\mu_{ik}(r_1) = \frac{E_{ik}(r_1)}{2N_0} \frac{\lambda_k^2}{(4\pi)^3} \frac{G_k^P(r_1)}{R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{R_i^2(r_1)} \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik} \quad (12)$$

Это выражение определяет энергетическое отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра в бистатической системе дистанционного зондирования с синтезированием апертуры антенны для произвольной точки пространства. Это же отношение для всей поверхности определяется интегральным значением

$$\mu_{Dik} = \int_D \frac{E_{ik}(r_1)}{2N_0} \frac{\lambda_k^2}{(4\pi)^3} \frac{G_k^P(r_1)}{R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{R_i^2(r_1)} \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik} dr_1 \quad (13)$$

Для импульсных излучаемых сигналов выражение сигнал/помеха модифицируется с учетом того, что энергия пакета импульсов представляет собой произведение $E_k = N_k \tau_k P_k$, где N_k – число импульсов на интервале синтеза апертуры T для заданного периода повторения T_R , $N_k = \frac{T}{T_R}$; τ_k – длительность одиночного импульса; P_k – мощность передатчика.

Полученные выражения могут служить основой для оптимизации многопозиционных систем дистанционного зондирования как обзорных, так и с синтезированием апертуры по энергетическим показателям [4, 5].

Методика обоснования дорожной конструкции на слабых грунтах с использованием трехмерной тканой каркасной сетки**Methodology for justifying road structures on weak soils using a three-dimensional woven frame mesh**

Аннотация. Развитие транспортной инфраструктуры является одной из самых важных задач обеспечения экономического развития и транспортной доступности регионов. Для их возведения и развития инфраструктуры потребуется строительство технологических дорог, которые будут прокладываться практически по целине. В качестве временной меры для проезда технологического транспорта и дорожно-строительной техники в конструкциях временных дорог будут применяться различные сборные дорожные покрытия. Трехмерные тканые каркасные сетки уже неплохо зарекомендовали себя в качестве меры, обеспечивающей противоскользкий эффект и небольшое повышение несущей способности дорожной конструкции. Дополнение конструкции трехмерной тканой каркасной сетки стальными нитями позволит повысить несущую способность временных дорог.

Abstract. The development of transport infrastructure is one of the most important tasks in ensuring economic development and transport accessibility in the regions. To build and develop this infrastructure, it will be necessary to construct technological roads that will be built almost on virgin land. As a temporary measure for the passage of technological vehicles and road construction equipment, various prefabricated road surfaces will be used in the construction of temporary roads. Three-dimensional woven frame nets have already proven to be effective as a measure that provides a non-slip effect and slightly increases the load-bearing capacity of the road structure. Adding steel threads to the three-dimensional woven frame mesh will increase the load-bearing capacity of temporary roads.

Ключевые слова: Строительство автомобильных дорог, строительство временных дорог, слабые грунты, трехмерная тканая каркасная сетка, конструкция автомобильной дороги.

Keywords: Road construction, temporary road construction, weak soils, three-dimensional woven frame mesh, road construction.

Транспортная доступность регионов Российской Федерации напрямую зависит от наличия и работоспособности транспортных коммуникаций. Однако из несложного анализа плотности автомобильных дорог регионов Российской Федерации видно, что по данному показателю территории, находящиеся в северных регионах, слабо развиты. Мало того, что плотность дорог в данных регионах очень низкая, транспортно-эксплуатационные показатели существующих дорог зачастую не соответствуют предъявляемым требованиям. Эти регионы, из-за своих специфических географических, природно-климатических и гидрологических условий изобилуют обширными болотистыми территориями, по которым придется прокладывать автомобильные дороги. Заболоченность этих территорий может достигать 50%. Это говорит о том, что изменение маршрута

автомобильной дороги при проектировании невозможно. Данная статья является продолжением наших исследований [8-17].

Опыт строительства капитальных автомобильных дорог показывает, что для их возведения требуется прокладывать временные и технологические дороги, которые будут использоваться для движения дорожно-строительной техники и обеспечивающего автотранспорта. Потребуется возведение подобных дорог местами прямо по поверхности участков болот с сильно повышенными показателями увлажнения подстилающего грунта, при этом возникнет необходимость принимать конструктивно-технические решения по выбору способов устройства конструкции дорог и дорожной одежды.

Данные обстоятельства указывают на необходимость поиска и обоснования новых

технических и технологических решений по строительству временных дорог по верху участков местности с низким модулем упругости с использованием не только табельных средств и природных материалов, но и иных материалов, пригодных для использования в дорожном строительстве. Ввиду недостатка запасов дорожно-строительных материалов в северных районах, возможны технические решения по строительству участков временных дорог на основе современных достижений нефтехимической промышленности.

В связи с этим задача конструирования и расчета дорожных конструкций, армированных трехмерными ткаными каркасными сетками, является новой. Накопленного на сегодняшний день объема теоретических и экспериментальных исследований для решения этих вопросов недостаточно.

Анализ проведенных ранее исследований характеристик перспективных материалов для изготовления мобильных полимерных дорожных покрытий (МПДП) показал, что в наибольшей степени предъявляемым требованиям отвечают полимерные материалы. Однако применение полимерных материалов сдерживается отсутствием методики расчета конструкции дороги при использовании таких сеток.

Конструкция сетки должна обеспечивать мобильность устройства покрытия проезжей части. Исходя из этого, при обосновании конструктивных размеров сетки, в первую очередь, необходимо основываться на габаритных размерах проезжей части дороги, которые зависят от геометрических характеристик, нагрузок и требуемых эксплуатационных показателей дороги. Выбор типа проезжей части производится на основе анализа состава дорожного движения, которое ожидается на этом участке.

Отсутствие нормативной базы для расчетов подобных трехмерных тканых каркасных сеток потребовало разработки методики обоснования дорожной конструкции на слабых грунтах с использованием трехмерной тканой каркасной сетки мобильного полимерного дорожного покрытия.

Программная реализация математической модели упругопластических деформаций Мора-Кулона в программе PLAXIS показала,

что применение трехмерных тканых каркасных сеток в качестве мобильных покрытий возможно. Создание математической модели работы нежестких дорожных одежд, армированных трехмерными ткаными каркасными сетками, позволила разработать методику обоснования дорожной конструкции на слабых грунтах с использованием трехмерной тканой каркасной сетки.

Сущность методики состоит в расчете геометрических размеров трехмерной тканой каркасной сетки (ТТКС) и ее конструктивного размещения в слоях поперечного профиля автомобильной дороги, исходя из требований прочности покрытия и безопасности движения.

Предлагаемая методика включает следующие этапы:

1. Определение ширины сетки мобильного полимерного дорожного покрытия;
2. Определение длины сетки мобильного полимерного дорожного покрытия;
3. Определение толщины сетки мобильного полимерного дорожного покрытия, обеспечивающей ее конструкционную прочность.
4. Обоснование конструкции автомобильной дороги с применением ТТКС.

Рассмотрим содержание указанных этапов:

Этап 1. Ширина сетки МПДП рассчитывается исходя из размеров требуемой ширины проезжей части. Требуемая ширина проезжей части устанавливается с учетом размера колеи расчетного автомобиля (k), диаметра следа колеса (D) и величины полос безопасности (y), которые должны гарантировать от съезда автомобиля при отклонении траектории его движения от прямолинейной.

С этой целью используется следующая зависимость:

$$b = k + 2y, \quad (1)$$

где b – ширина ТТКС, см;

k – наибольший размер колеи колес автомобиля или прицепа, см;

y – ширина полосы безопасности для предотвращения съезда колес при «вилянии» автомобиля и прицепа по проезжей части, см.

Ширина полосы безопасности традиционно определяется по формуле.

$$y = \frac{D}{2} + x, \quad (2)$$

где D – расчетный диаметр приведенного к кругу отпечатка колеса расчетной нагрузки.

В этой зависимости требует специального пояснения порядок расчета величины x . Для ее вычисления можно воспользоваться известной формулой Чижевского Ю.С. и Архипова В.И. [1, 2], согласно которой

$$x = 4,5\sqrt{V}, \quad (3)$$

где V – требуемая скорость движения расчетной нагрузки по участку дороги, км/ч.

Однако приведенная зависимость была получена экспериментальным путем, а в качестве расчетной нагрузки использовался автомобиль ГАЗ-51, снятый с производства в 1975 г. Результаты экспериментальных исследований, выполненные авторами, позволили установить статистическую связь величины расстояния от кромки плиты до края отпечатка шины со скоростью движения автомобиля КамАЗ-53501.

Уравнение зависимости расстояния от кромки проезжей части до отпечатка колеса транспортного средства определяется формулой:

$$x = 9,4902 \ln(V) - 8,3569 \quad (4)$$

Этап 2. Длина ТТКС МПДП определяется, исходя из требований к проектированию автомобильных дорог для кривых в плане радиусом 200 и менее метров [3, 4]. Исходя из требований технических норм строительства временных дорог наименьший радиус кривой в плане, для обеспечения проезда транспорта – 30 м. Исходя из требований к строительству временных дорог, определим оптимальную длину сетки для минимального радиуса.

Для определения значения x при определении длины сетки используем модель рулевого управления Аккермана [5]. Траекторию движения расчетного автомобиля получается путем наложения траектории движения автомобиля на схему расчета укладки сетки относительно длины радиуса кривой. Предлагаемая длина сетки

обеспечивает безаварийное движение автомобиля с расчетными скоростями.

Расчетная длина сетки будет определяться по следующей зависимости

$$L = 2 \cdot r \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ при } \frac{\alpha}{2} \leq \arccos \frac{r-x}{r} \quad (5)$$

где L – расчетная длина участка дороги с использованием одной сетки;

r – радиус кривой в плане;

α – внешний угол поворота;

x – расстояние от края колеи до края покрытия.

Этап 3. Определение толщины сетки мобильного полимерного дорожного покрытия ведется на действие колесных нагрузок.

При этом необходимо выполнить расчеты изгибающих моментов для сетки, используемой в покрытии, а затем по значению наибольшего момента определить конструкционную толщину сетки с учетом ее армирования.

Покрытия рассчитывают с учетом уровня надежности (вероятности безотказной работы конструкции в течение намеченного срока эксплуатации), принимаемой в соответствии с методическими рекомендациями [6].

Для сетки, используемой в покрытии, расчет выполняется из условия прочности материала тела сетки на изгиб в центре

$$K_{\text{пр}} \leq \frac{R_{\text{расч}} \cdot W_{\text{сет}}}{M_{x(y)}}, \quad (6)$$

где $R_{\text{расч}}$ – расчетная прочность сетки при изгибе, Па;

$W_{\text{сет}}$ – момент сопротивления сетки, Н/м;

$M_{x(y)}$ – изгибающий момент в центре сетки от действия расчетной нагрузки (рассчитывается согласно методических рекомендаций), Н/м.

Момент сопротивления сетки ($W_{\text{сет}}$) вычисляется по зависимости:

$$W_{\text{сет}} = W_{\text{пр}} + W_{\text{тр}}, \quad (7)$$

где $W_{\text{пр}}$ – момент сопротивления тела сетки, Н/м;

$W_{\text{тр}}$ – момент сопротивления ребер жесткости сетки, Н/м.

Количество армирующих стержней в сетке определяется на основе полученной в ходе исследования эмпирической формулы:

$$y = -0,1441x^2 + 223,5x + 86856 \quad (8)$$

Данная зависимость изменения прочности сетки на изгиб от количества проволоки построена по результатам эксперимента.

Конструкционная толщина сетки определяется по зависимости:

$$h_{\text{сет}} = \sqrt{\frac{6K_{\text{пр}}M_{x(y)} \cdot \beta}{B \cdot R_{\text{расч}}}}, \quad (9)$$

где β — коэффициент увеличения расчетной прочности полимерного материала за счет его армирования пружиной сталью заданной прочности в продольном и поперечном направлении.

Этап 4. Обоснование конструкции автомобильной дороги с применением трехмерной тканой каркасной сетки.

Сущность этапа состоит в выборе варианта дорожной конструкции с применением трехмерной тканой каркасной сетки исходя из расчета упругопластической деформации минимальной толщины слоя дорожной одежды из дорожно-строительного (местного строительного) материала (грунта) и ТТКС с учетом общего модуля упругости использованных материалов. Алгоритм обоснования конструкции автомобильной дороги с применением ТТКС приведен на рисунке 1.

При этом возможно три варианта расположения ТТКС в дорожной одежде: в качестве мобильного полимерного дорожного покрытия без подготовленного основания, в качестве мобильного полимерного дорожного покрытия по уплотненному основанию и в качестве прослойки геосинтетического материала между основанием и дорожной одеждой. В любом из этих случаев к применению ТТКС в дорожных одеждах предъявляются следующие требования: модуль общей деформации основание $E \leq 6$ МПа, относительное увлажнение грунта $W_{\text{отн}} = 0,9$.

Расчет общего модуля упругости неармированной конструкции выполняется на основании расчета армированных дорожных одежд переходного и низшего типов по допускаемому упругому прогибу. Расчет производится по следующей формуле

$$E_{\text{общ}} = \frac{E_{\text{тр}}}{\alpha_5}, \quad (10)$$

где $E_{\text{тр}}$ — минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа,

$K_{\text{пу}}^{\text{тр}}$ — требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба.

α_5 — коэффициент усиления (коэффициент увеличения общего модуля упругости армированной дорожной конструкции), определяемый экспериментально.

E_{min} определяется по формуле

$$E_{98,65} [\lg(\sum_{i=1}^n N_p) - c]_{\text{min}}, \quad (11)$$

где $\sum_{i=1}^n N_p$ — суммарное число приложений расчетной нагрузки за срок службы дорожной одежды;

c — эмпирический коэффициент, зависящий от расчетной нагрузки на ось, $c=3,55$ при расчетной нагрузке на ось 100 кН; $c=3,25$ при расчетной нагрузке на ось 110 кН; $c=3,05$ при расчетной нагрузке на ось 130 кН.

Выбор вариантов дорожной конструкции по упругому прогибу. При этом если полученное значение $E_{\text{общ}}$ по первому варианту дорожной конструкции (в качестве мобильного полимерного дорожного покрытия без подготовленного основания) удовлетворяет требованию $E_{\text{общ}1} \geq E_{\text{тр}}$, то принимается первый вариант дорожной конструкции для строительства участка дороги. Если $E_{\text{общ}1} < E_{\text{тр}}$, то производится сравнение по второму варианту дорожной конструкции (в качестве мобильного полимерного дорожного покрытия по подготовленному основанию) и производится сравнение $E_{\text{общ}2}$ с $E_{\text{тр}}$. Если $E_{\text{общ}2} \geq E_{\text{тр}}$, то принимается второй вариант дорожной конструкции, если $E_{\text{общ}2} < E_{\text{тр}}$ то производится сравнение по третьему варианту дорожной конструкции.

Определение минимальной толщины слоя дорожно-строительного материала (грунта) по требованиям упругого прогиба.

Расчет проводится по формуле, выведенной из [7].

$$h_i = (1,05 - \frac{E_{\text{общ}}(0,71 \cdot \sqrt{\frac{E_{\text{общ}}^{(i+1)}}{E_i}} \arctg(\frac{1,35h_i}{D}) + \frac{E_i}{E_{\text{общ}}^{(i+1)}} \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{h_i})}{E_i}) \cdot \frac{D}{0,1(1 - \sqrt{\frac{E_{\text{общ}}^{(i+1)}}{E_i}})}, \quad (12)$$

где $E_{\text{общ}}^{(i+1)}$ — общий модуль упругости полупространства, подстилающего i -й слой, МПа;

E_i — модуль упругости слоя дорожной конструкции, МПа;

D – диаметр отпечатка колеса
расчетного автомобиля, см;

h_3 – эквивалентная толщина дорожной одежды.

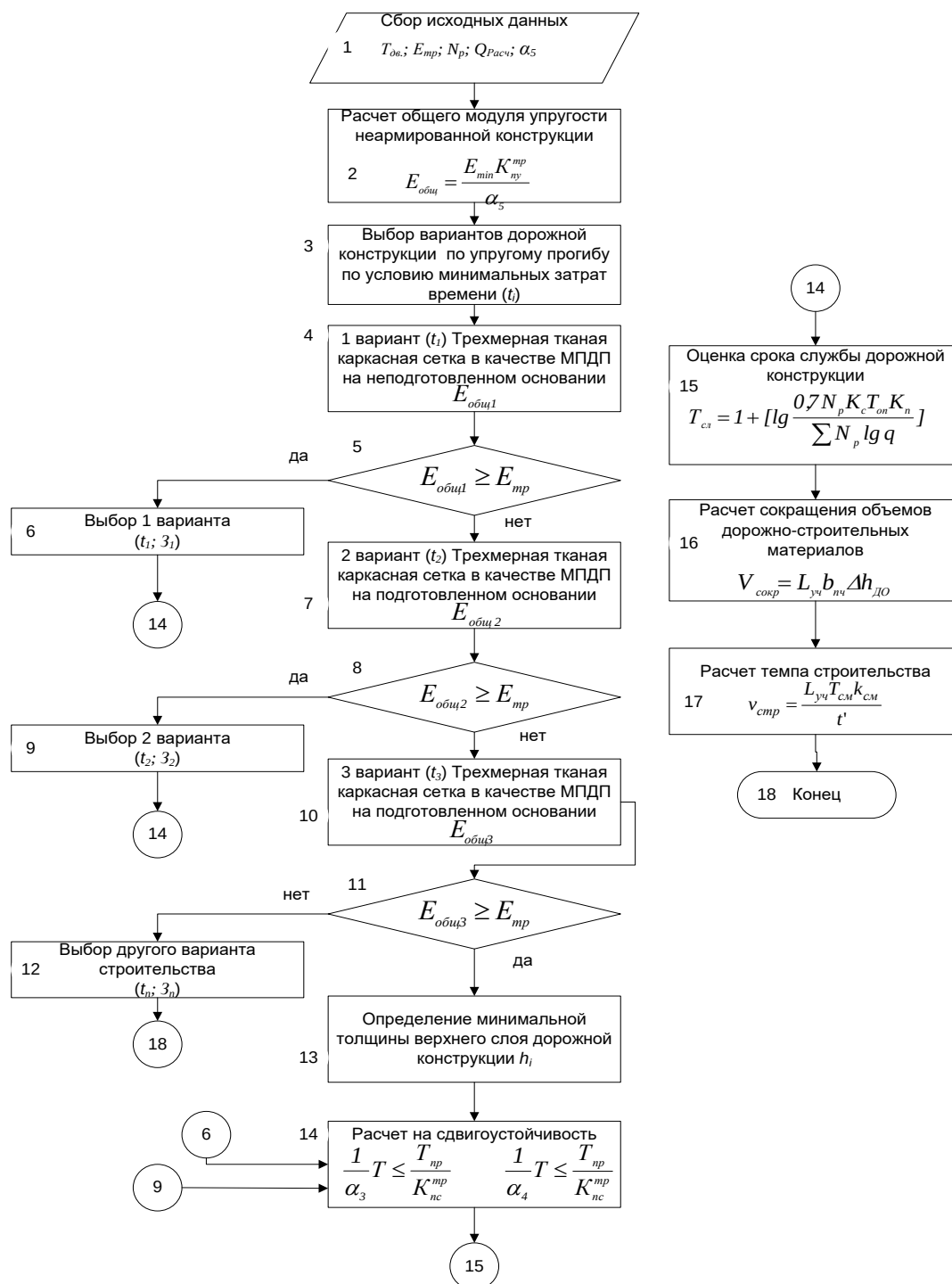


Рис. 1 – Алгоритм обоснования конструкции автомобильной дороги с применением ТТКС

Расчет дорожной конструкции на сдвигустойчивость.

Сдвигустойчивость при динамическом воздействии нагрузки для дорожной одежды с армированным основанием обеспечивается при соблюдении условия

$$\frac{1}{\alpha_3} T \leq \frac{T_{нр}}{K_{нс}^{mp}}, \quad (14)$$

где T – активное расчетное напряжение сдвига;

α_3 – коэффициент усиления (коэффициент снижения активных напряжений сдвига), определяемый эмпирически;

$T_{нр}$ – предельная величина активного напряжения сдвига;

$K_{нс}^{mp}$ – требуемый коэффициент прочности.

Сдвигустойчивость при статическом воздействии нагрузки для дорожной одежды с армированным основанием

обеспечивается при соблюдении условия определяется аналогично формуле (14)

$$T_{\text{пр}} = k_d(c_N + \gamma_{\text{ср}} z t g \phi_{\text{ср}}), \quad (15)$$

где k_d – коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания, а также на границе грунта земляного полотна (при отсутствии песчаного слоя) – с нижним слоем несущего основания [7];

c_N – удельное сцепление в грунте земляного полотна (промежуточном песчаном слое), принимаемое с учетом повторности нагрузки, МПа;

$\gamma_{\text{ср}}$ – средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев одежды, расположенных выше проверяемого слоя, МН/м³;

z – глубина расположения поверхности слоя (от верха конструкции), проверяемого на сдвигу устойчивость, м.

Определение деформативных характеристик армированных и неармированных дорожных конструкций. Испытаниям подвергались неармированные дорожные конструкции, дорожные конструкции, армированные трехмерными тканями каркасными сетками.

Работу конструкций сравнивали по двум критериям: по величине, характеризующей увеличение эквивалентного модуля деформации дорожной конструкции K_a ; по величине относительной несущей способности дорожной конструкции. Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица 1

Сравнительные данные конструкций, армированных трехмерными тканями каркасными сетками с относительной продольной жесткостью 350 кН/м и неармированных конструкций

№ п/п	Отношение модуля деформации грунтового основания к модулю покрытия $E_{\text{ср}}/E_{\text{од}}$	Относительная глубина заложения геосетки $\lambda = h_{\text{од}}/D$	$E_{\text{экв. арм.}},$ МПа (кгс/см ²)	$K_a = \frac{E_{\text{экв. арм.}}}{E_{\text{экв.}}}$	$\bar{P} = \frac{P_a}{P_0}$
1	0,038	0,26	277	2,87	4,3
2	0,259	0,26	618	1,38	2
3	0,48	0,26	782	1,07	*** / 6
4	0,038	0,52	567	3,56	4,3
5	0,259	0,52	876	1,54	*** / 6
6	0,48	0,52	897	1,07	*** / 7
7	0,038	0,78	735	3,25	*** / 4,4
8	0,259	0,78	1006	1,46	*** / 6
9	0,48	0,78	1010	1,08	*** / ***

Примечание: *** – означает, что при проведении опыта не была достигнута потеря несущей способности конструкции.

При армировании конструкций ТТКС происходит значительное увеличение эквивалентного модуля деформации по сравнению с неармированными конструкциями. Причем явно выражена тенденция увеличения коэффициента армирования от «прочных» грунтов к более «слабым». Армирование дорожных одежд ТТКС с относительной продольной жесткостью 350 кН/м привело к увеличению эквивалентного модуля деформации конструкций в 1,07 раза (на грунтах с $E_{\text{гр}} = 63$ МПа), в 1,54 раза (на грунтах с $E_{\text{гр}} = 35$ МПа) и в 3,5 раза (на грунтах с $E_{\text{гр}} = 5$ МПа). Дальнейшие экспериментальные исследования показали, что качественно работа конструкций, армированных ТТКС

с относительной продольной жесткостью 525 кН/м и 700 кН/м, подобна работе конструкций, армированных ТТКС с относительной продольной жесткостью 350 кН/м. Изменяется только количественная картина.

В ходе теоретической работы и практических исследований разработана методика обоснования дорожной конструкции на слабых грунтах с использованием трехмерной тканой каркасной сетки. Предложенная методика и совокупность представленных решений позволяет обосновывать применение ТТКС в качестве сборно-разборного дорожного покрытия на технологических и временных дорогах, организованных для строительства капитальных дорог.

Список литературы:

1. Архипов В.И., Горелов В.М., Токарев А.К. Сборно-разборные дорожные покрытия «СРДП», отчет по НИР №51. – Л.: БАТТ, 1965.
2. Архипов В.И. Металлические сборно-разборные дорожные покрытия. Монография. – Л.: БАТТ, 1967.
3. Конструкции военно-автомобильных дорог. Учебное пособие. – Л.: БАТТ, 1974.
4. Орловский В.С. Проектирование и строительство сборных дорожных покрытий. – М.: Транспорт, 1978. – 149 с.
5. Рампель Й. Шасси автомобиля. – М.: Машиностроение, 1983. – 288 с.
6. Заключительный отчет о научно-исследовательской работе «Обеспечение устойчивости функционирования объектов на военно-автомобильных дорогах», шифр «Преграда». – СПб.: БАТТ, 1999.
7. ОДМ 218.5.002-2008 Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов.
8. Хамидов, Д.А. Возможности скоростного восстановления военно-автомобильных дорог / Д.А. Хамидов, Б.И. Попов // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева. – 2017. – № 1(9). – С. 102-105. – EDN YOINUD.
9. Коновалов, В.Б. Федеральное ведомство по инфраструктуре министерства обороны Германии / В.Б. Коновалов, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2025. – № 1(35). – С. 4-14. – EDN CRSCLP.
10. Применение универсального автодорожного разборного моста (УАРМ) для восстановления разрушенных мостовых переходов в возможных операциях / А.А. Гусев, Е.Д. Шутов, В.В. Савицкий, Д.А. Хамидов // Гуманитарный вестник. – 2015. – № 2 (33). – С. 287-293. – EDN TRKG YD.
11. Коновалов, В.Б. Организация оборонной инфраструктуры министерства обороны Великобритании / В.Б. Коновалов, А.Э. Чистяков, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2025. – № 2(36). – С. 4-16. – EDN WUYG HK.
12. Булат, Р.Е. Направления научно-исследовательских работ Военного института (инженерно-технического) на современном этапе развития / Р.Е. Булат, В.С. Игнатчик, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2017. – № 1(3). – С. 29-32. – EDN VZSTKN.
13. Коновалов, В.Б. Органы управления строительством военной инфраструктуры Италии / В.Б. Коновалов, С.В. Саркисов // Военный инженер. – 2025. – № 3(37). – С. 3-17. – EDN YDKKBS.
14. Экономический комплекс России как базис обороноспособности страны. Аспекты технологии и экономики / А.М. Булыга, В.Б. Коновалов, С.В. Саркисов [и др.]. – СПб., 2025. – 251 с. – ISBN 978-5-7422-8919-7. – EDN NSOFPR.
15. Саркисов, С.В. Риск-ориентированный подход к оценке остаточного эксплуатационного ресурса причальных гидротехнических сооружений / С.В. Саркисов, И.А. Рузибаев, Е. О. Добрышкин // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXVIII Всероссийской научно-практической конференции. В 5-ти томах, Санкт-Петербург, 01-04 апреля 2025 года. – СПб., 2025. – С. 117-120. – EDN PRJSYT.
16. О планировании ремонтно-восстановительных работ на гидротехнических сооружениях Военно-Морского флота на основе вероятностной оценки их надежности / С. В. Саркисов, Е.О. Добрышкин, И.А. Рузибаев, К.Н. Галицын // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2025. – № 4(36). – С. 223-232. – EDN AJPLRL.
17. Коновалов, В.Б. Оценка эффективности функционирования метрологического обеспечения в интересах МО РФ / В.Б. Коновалов, С.В. Саркисов // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 03-06 апреля 2023 года. – СПб.: Типография Любавич, 2023. – С. 42-48. – EDN GRESBB.

**Разработка метода определения степени загрязнения гептилом поверхностных вод
и почвы в полевых условиях****Development of a method for determining the degree of heptyl contamination
of surface waters and soil in the field**

Аннотация. В статье представлены материалы разработки метода определения степени загрязнения гептилом окружающей среды, сущность которого заключается в измерении термостимулированных микроструктурных изменений в пробах воды или почвы и установлении прямой зависимости концентрации гептила от энергии межмолекулярного взаимодействия, что реализуется разработанным специализированным аппаратно-программным комплексом.

Abstract. The article presents materials for the development of a method for determining the degree of environmental contamination with heptyl, the essence of which is to measure thermally stimulated microstructural changes in water or soil samples and establish a direct dependence of the concentration of heptyl on the energy of intermolecular interaction, which is implemented by a developed specialized hardware and software complex.

Ключевые слова: метод, ракетное топливо, экология.

Keywords: method, rocket fuel, ecology.

Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации вооружения и военной техники и обращении с горюче-смазочными материалами (ГСМ) целесообразно рассматривать как функционирование сложной организационно-технической системы, объединяющей технические объекты, регламентные процедуры и информационные контуры контроля. В такой системе качество управленческих решений задаётся не только состоянием оборудования, но и достоверностью оперативных данных мониторинга, позволяющих своевременно выявлять предаварийные признаки и оценивать возможные последствия. Одним из наиболее опасных факторов остаются воздействия токсичных компонентов ракетных топлив (гептил и продукты его превращений) на почвы и поверхностные воды, что обуславливает потребность в быстрых и воспроизводимых полевых методах контроля.

Причиной загрязнения окружающей среды НДМГ являются выбросы при пуске и остановке двигателей, сбросе дренажных газов и сточных вод без очистки, а также при сливно-наливных операциях с ракетных комплексов и на складах горючего, при аварийных ситуациях и проливах.

В настоящее время гептил (несимметричный диметилгидразин – НДМГ) используют в качестве топлива в паре с тетраоксидом азота (N_2O_4) в реактивных двигателях. Даже при отказе от использования «гептильных» ракетносителей, его еще долго будут применять в жидкостных двигателях космических аппаратов. Он относится к классу предельных гидразинов – компонент высококипящего ракетного топлива. Являясь веществом первого класса опасности, НДМГ с высокой вероятностью обладает свойствами канцерогенности (95.6%), мутагенности (76.2%), тератогенности (68.9%) и эмбриотоксичности (67.2%) [1,2].

В рамках разработки метода гептилсодержащие растворы (ГСР), подвергающиеся воздействию различных внешних факторов (например, охлаждение пробы), приводящих к резкому увеличению интенсивности микроструктурных процессов, протекающих в них, будем называть ассоциированными ГСР. Они при понижении температуры проявляют сложное поведение, которое задаётся характером межмолекулярных взаимодействий и протекающими в объёме химическими превращениями. Указанные

процессы чувствительны к внешним возмущениям (изменению температуры, давления, наличию примесей, воздействию окружающей среды), поэтому для их корректного описания целесообразно привлекать аппарат неравновесной термодинамики и анализ энтропийных эффектов. Переходы между микроструктурными состояниями могут сопровождаться конкуренцией механизмов, при которой небольшие изменения управляющих параметров приводят к качественно различным режимам (бифуркациям), что характерно для открытых систем с обменом энергией и веществом. В рамках подхода Гленсдорфа-Пригожина изменение энтропии представляется суммой произведений термодинамических сил и потоков, что даёт возможность связать наблюдаемые макропараметры с внутренними структурными перестройками. Эти положения используются далее для получения расчётных зависимостей, позволяющих по экспериментальным данным оценивать энергию межмолекулярного взаимодействия.

Опираясь на законы термодинамики энергетическую модель микроструктурных процессов в дисперсных средах возможно представить следующим образом: учитывая, что вязкость жидкости задаётся прежде всего межмолекулярными взаимодействиями в ней, физический анализ поведения таких сложных многокомпонентных систем как ассоциированные ГСР целесообразно проводить статистически, вводя понятие средней текущей энергии межмолекулярного взаимодействия в жидкости $\bar{\epsilon}$ при заданных внешних условиях X :

$$X \rightarrow \bar{\epsilon}(X). \quad (1)$$

Тогда энергию межмолекулярного взаимодействия жидкости, молекулы которой проявляют повышенную склонность к межмолекулярным взаимодействиям и, следовательно, к образованию надмолекулярных структур, возможно представить в виде суммы энергии, необходимой для образования новых структур и «модификации» (настройки) существующих путем видоизменения связей между надмолекулярными структурами и молекулярной компоненты.

Энергию межмолекулярного взаимодействия жидкой среды,

соответствующую этой температуре, обозначим через ϵ_0 . Тогда при понижении температуры жидкости до значения T_{S1} возникает первая надмолекулярная структура S_1 . При этом энергия межмолекулярного взаимодействия будет равна следующей сумме:

$$\epsilon(T_{S1}) = \epsilon_0 + \Delta\epsilon_{S1}, \quad (2)$$

где $\Delta\epsilon_{S1}$ – энергия межмолекулярного взаимодействия первой надмолекулярной структуры.

При дальнейшем понижении температуры до T_{S2} возникнет вторая надмолекулярная структура S_2 . Ее энергия межмолекулярного взаимодействия будет равна:

$$\Delta\epsilon_{S2} = \epsilon(T_{S2}) - \epsilon(T_{S1}) \quad (3)$$

В общем случае при возникновении структуры S_i ее энергия межмолекулярного взаимодействия будет равна:

$$\Delta\epsilon_{Si} = \epsilon(T_{S(i+1)}) - \epsilon(T_{Si}), \quad (4)$$

где $\epsilon(T_{S(i+1)})$ – общая энергия межмолекулярного взаимодействия, соответствующая возникновению структуры $S_{(i+1)}$.

Следовательно, кинетику микроструктурных процессов в жидкости возможно достаточно полно описать функцией $\bar{\epsilon}(T)$. Области достаточно быстрого изменения этой функции будут отображать процессы возникновения и преобразования внутренних структур в жидкой среде. Наиболее перспективным и информативным для исследования микроструктурных процессов в жидкостях, по нашему мнению, выступает использование зависимости вязкости от температуры $\eta(T)$. По современным теоретическим представлениям сдвиговая вязкость жидкости задаётся, в основном, энергией межмолекулярного взаимодействия $\bar{\epsilon}(T)$. Сравнение температуровязкостного поведения жидких сред предлагается проводить с помощью безразмерного динамического критерия подобия (функции подобия) $\eta^\delta(T)$.

Эта функция задаётся как относительная производная сдвиговой вязкости по абсолютной температуре жидкости:

$$\eta^\delta(T) = \frac{\partial(\eta(T))}{\partial T} \cdot \frac{T}{\eta(T)} = \frac{\delta(\eta(T))}{\delta T}, \quad (5)$$

где $\delta(\eta(T))$ и δT – относительные дифференциалы по динамической сдвиговой вязкости и абсолютной температуре, соответственно.

Теоретическая зависимость сдвиговой вязкости от температуры как простых жидкостей, так и их смесей на основе экспериментально полученных данных как указывалось нами выше наиболее адекватно описывается теорией Панченкова Г.М. Она имеет следующий вид:

$$\eta = AT^{1/2} e^{\frac{\varepsilon}{RT}} (1 - e^{-\frac{\varepsilon}{RT}})^2, \quad (6)$$

где A – постоянный коэффициент, практически не зависящий от температуры; R – универсальная газовая постоянная; ε – энергия связи молекул жидкости, отнесенная к молю.

Теоретическая зависимость функции подобия $\eta^\delta(T)$ получается из (6):

$$\eta^\delta(T) = \frac{1}{2} + \frac{\bar{\varepsilon}(T)}{RT} (\bar{\varepsilon}^\delta(T) - 1) \cdot \left(\frac{e^{\frac{\bar{\varepsilon}(T)}{RT}} + 1}{e^{\frac{\bar{\varepsilon}(T)}{RT}} - 1} \right), \quad (7)$$

$$\text{где } \bar{\varepsilon}^\delta(T) = \frac{\partial(\bar{\varepsilon}(T))}{\partial T} \cdot \frac{T}{\bar{\varepsilon}(T)} = \frac{\delta(\bar{\varepsilon}(T))}{\delta T}.$$

Для значительного количества простых жидкостей и их смесей отношение $\alpha = \frac{\varepsilon(T)}{RT} \geq 4$ при комнатной температуре. В этом случае последний множитель в правой части уравнения близок к единице и выражение упрощается:

$$\eta^\delta(T) \approx \frac{1}{2} + \frac{\bar{\varepsilon}(T)}{RT} (\bar{\varepsilon}^\delta(T) - 1). \quad (8)$$

Выражение (8) запишем в виде:

$$\bar{\varepsilon}(T) \cdot (1 - \bar{\varepsilon}^\delta(T)) = \left(\frac{1}{2} - \eta^\delta(T) \right) \cdot RT. \quad (9)$$

Используем понятие «термоэнергетической функции» жидкости $E(T)$:

$$E(T) = \left(\frac{1}{2} - \eta^\delta(T) \right) \cdot RT \quad (10)$$

Подставляя в (9) выражение (10), получим:

$$E(T) = \bar{\varepsilon}(T) \cdot (1 - \bar{\varepsilon}^\delta(T)). \quad (11)$$

При отсутствии микроструктурных процессов в жидкости, то есть при слабой зависимости $\varepsilon(T)$ от температуры имеем:

$$\bar{\varepsilon}^\delta(T) \approx 0. \quad (12)$$

Тогда:

$$E(T) \approx \bar{\varepsilon}(T). \quad (13)$$

Выражение (13) связывает температурную зависимость вязкости с энергией межмолекулярного взаимодействия; наибольшая чувствительность выступает вблизи критической температуры изменения микроструктуры. Второй множитель в формуле (11) заметно изменяется преимущественно в зоне структурных перестроек жидких сред. Следовательно, функция $E(T)$, восстановленная по экспериментальным данным, несёт информацию о последовательности микроструктурных состояний, интенсивности их преобразования и условиях устойчивого существования. Из всего сказанного выше следует важный вывод – термоэнергетическую функцию возможно определить только методами неравновесной термодинамики.

Открытые неравновесные системы, получающие энергию извне, способны изменяться: при достижении определённых значений управляющих параметров система может переходить в новое устойчивое состояние через бифуркацию. Для исследуемых жидкостей таким управляющим фактором выступает темп изменения температуры $\theta = \left(\frac{dT}{dt} \right)$, [°C/c], а наблюдаемым откликом — релаксационные процессы, сопровождающиеся диссипацией энергии и перестройкой микроструктуры. В окрестности бифуркации переход часто носит необратимый характер, а релаксация провыступает как последовательное образование и разрушение структурных образований.

Предложенный выше метод экспериментального определения термоэнергетической функции позволяет определять температурные области существования микроструктур и качественно оценивать интенсивность микроструктурных процессов, разрушения и формирования микроструктур, но не позволяет точно количественно оценивать временные и энергетические характеристики микроструктурных процессов: время формирования возникающих микроструктур, длительность их стабильного существования и величину изменения энергии межмолекулярного взаимодействия $\bar{\varepsilon}(T)$ при формировании и преобразовании микроструктур. Для этих целей необходимо экспериментально определять функцию $\bar{\varepsilon}(T)$.

Из (9) получаем запись выражения для $\bar{\varepsilon}(T)$:

$$\varepsilon^{\bar{\tau}(T) \frac{\bar{\varepsilon}(T) E(T)}{T}} \left(\eta^{\delta - \frac{1}{2}} \right) \quad (14)$$

После несложных преобразований и последующего интегрирования получаем выражение:

$$\bar{\varepsilon}(T) = RT \left[\int \frac{\left(\eta^{\delta - \frac{1}{2}} \right)}{T} dT + C \right], \quad (15)$$

где C – постоянная интегрирования.

Ограничениями данной физико-математической модели являются:

1. Исследуемая жидкость – ньютоновская;

2. Отношение энергии межмолекулярного взаимодействия к тепловой энергии больше или равно четырем. 3. Жидкость находится в состоянии, достаточно далеком от интенсивного испарения и полного застывания.

Следовательно, при переходе к $\bar{\varepsilon}(T)$ мы получаем возможность количественной оценки микроструктурных процессов, таких, как например, время и термодинамические условия существования микроструктур, время релаксации при различной величине температурного темпа, критические параметры разрушения и возникновения микроструктур (рисунок 1).

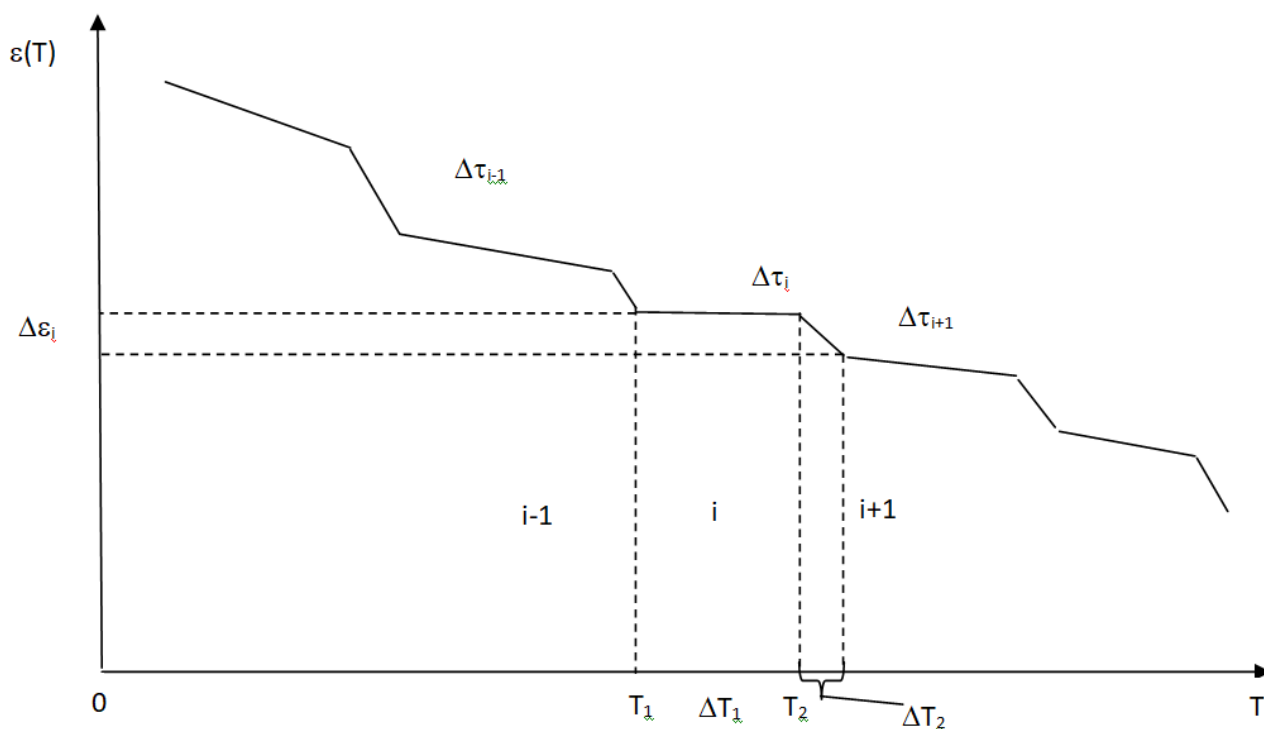


Рисунок 1 – Графическая зависимость энергии межмолекулярного взаимодействия от температуры: ΔT_1 – температурные пределы существования i – ой структуры; в случае постоянного Θ : $\Delta \tau_i = \frac{1}{\Theta} \cdot \Delta T$ – время формирования i -ой структуры; Θ – температурный темп; в общем случае $\tau_i = \int_{T_1}^{T_2} \Theta^{-1}(T) \cdot dT$; $\Delta \varepsilon_i$ – величина изменения энергии межмолекулярного взаимодействия при преобразовании микроструктуры.

Для практической реализации разработанного метода необходимо использовать соответствующее экспериментальное оборудование. Наиболее подходящим для этих целей выступает аппаратно-программный комплекс ИРЭН 2.5 КРТ с совершенствованным вибротермодатчиком камертонного типа [3].

Рабочая последовательность измерений предлагаемого метода в полевых условиях включает: 1) отбор проб воды/почвы и подготовку водной вытяжки; 2) настройку прибора ИРЭН 2.5 КРТ и регистрацию спектрально-флуоресцентных характеристик

исследуемой пробы; 3) вычисление информативного параметра (например, отношения интенсивностей/площади полос) и перевод его в оценку загрязнения по градуировочной зависимости, построенной по стандартным растворам; 4) оформление протокола контроля. При наличии набора эталонных образцов градуировочная кривая может быть от качественной фиксации факта загрязнения к количественной оценке информативных показателей, связанных с микроструктурными преобразованиями и проявляющихся в измеряемых физико-химических параметрах.

Таким образом предлагаемый метод определения степени загрязнения гептилом окружающей среды основанный на измерении термостимулированных микроструктурных изменений в пробах воды или почвы и установлении прямой зависимости концентрации гептила от

энергии межмолекулярного взаимодействия, реализуемый разработанным специализированным аппаратно-программным комплексом способен решить задачу своевременного обнаружения загрязнения окружающей среды.

Список литературы:

1. Королева Т.В. Гептил и продукты его трансформации в почвах: источники поступления, диагностика, поведение, токсичность и ремедиация загрязненных территорий / Т.В. Королева, И.Н. Семенов, С.А. Леднева, О.С. Солдатова // Почвоведение. – 2023. – № 2. – С. 240-258.
2. Колесников С.В. Окисление несимметричного диметилгидразина (гептила) и идентификация продуктов его превращения при проливах: монография / С.В. Колесников. – Новосибирск: СибАК, 2014. – 110 с.
3. Назаров С.В. Усовершенствованный вибротермодатчик камертонного типа / В.В. Комаров, И.Р. Габдрашитов, А.С. Мокроусов // Патент на полезную модель № 180588 опубл. 19.06.2018 г.

**Русский язык как средство формирования профессионального мировоззрения
у иностранных студентов и курсантов: обзор научных исследований (2010-2024 гг.)****Russian Language as a Means of Forming the Professional Worldview of Foreign Students
and Cadets: A Review of Scientific Research (2010-2024)**

Аннотация. В статье представлен аналитический обзор научных исследований (диссертаций и монографий), изучающих роль русского языка в формировании профессионального мировоззрения иностранных студентов и курсантов. Проанализированы, оценены и систематизированы представленные методологические подходы (аксиологический, контекстный, деятельностный), методические технологии (проектные задания, терминологические глоссарии, экскурсии, кейс-методы), результаты эмпирических исследований. Использован метод анализа и реферирования первичных источников. Выявлены перспективные направления развития методики РКИ (русского как иностранного) на подготовительном этапе обучения.

Abstract. The article presents an analytical review of scientific research (dissertations and monographs) examining the role of the Russian language in the formation of the professional worldview of foreign students and cadets. The methodological approaches presented (axiological, contextual, and activity-based), as well as the methodological technologies (project tasks, terminological glossaries, excursions, and case methods), have been analyzed, evaluated, and systematized, along with the results of empirical studies. The method of analysis and abstracting of primary sources was applied. Promising directions for the development of RFL (Russian as a Foreign Language) methodology at the preparatory stage of training have been identified.

Ключевые слова: русский язык как иностранный, профессиональное мировоззрение, подготовительный этап, диссертационные исследования, проектная методика, аксиологический подход.

Keywords: Russian as a foreign language, professional worldview, preparatory stage, dissertation research, project methodology, axiological approach.

Современное образование ориентировано не только на передачу знаний и развитие компетенций, но и на формирование ценностно-смысловых оснований личности специалиста, его профессионального мировоззрения. Образовательный процесс должен строиться как система развивающих ситуаций, стимулирующих личностное самоопределение» [1]. В условиях глобализации и межкультурных контактов эта задача приобретает особую значимость в системе обучения иностранных студентов, особенно тех, кто осваивает русский язык как средство профессиональной коммуникации и познания. Изучение русского языка иностранными курсантами «становится эффективным средством формирования профессиональной культуры и воспитания личности будущего специалиста» [14].

Формирование профессионального мировоззрения рассматривается сегодня как многоаспектная научная проблема, находящаяся на пересечении ряда областей знания:

Философия образования (5.7.1): изучает мировоззрение как систему ценностей и смыслов личности в образовательном процессе (Горшкова, 2015; Зимняя, 2009); «компетенции отражают интеграцию знаний, умений и ценностей, обеспечивающих профессиональное и личностное развитие обучающегося» [5].

Психология развития и педагогическая психология (5.3.1): исследует механизмы становления профессионального самосознания и идентичности (Махмутов, 2010);

Общая педагогика, история педагогики и образования (5.8.1): анализирует принципы и закономерности воспитания

мировоззренческих установок в системе образования (Андреев, 2015; Сергеев, 2017);

Теория и методика обучения и воспитания (5.8.2): разрабатывает методические подходы и технологии формирования профессиональных ценностей средствами учебного процесса (Присная, 2012; Пугачёв, 2018);

Методология и технология профессионального образования (5.8.7): изучает закономерности, принципы и технологии формирования профессионального сознания, мировоззрения и идентичности будущего специалиста в процессе профессионального становления (Вербицкий, 2010; Горшкова, 2015; Андреев, 2015).

Именно в рамках научной специальности 5.8.7 «Методология и технология профессионального образования» формирование профессионального мировоззрения получает системное и технологическое осмысление. Здесь оно трактуется как целостный процесс: от определения ценностно-смысловых основ профессиональной деятельности до проектирования педагогических условий и образовательных технологий, обеспечивающих становление профессиональной картины мира обучающегося.

Актуальность темы усиливается рядом современных тенденций:

Интернационализация высшего образования, в том числе военного и инженерно-технического, что требует формирования у иностранных обучающихся общего ценностного поля и профессиональных ориентаций, соответствующих российской образовательной традиции.

Сдвиг акцентов в педагогике от трансляции знаний к формированию личности профессионала, способного к моральной ответственности и рефлексии.

Цифровизация и глобальные вызовы, которые требуют нового типа специалиста: с развитым профессиональным сознанием, устойчивыми нравственными ориентирами и готовностью к межкультурному взаимодействию.

Необходимость интеграции языковой и профессиональной подготовки, особенно на подготовительном этапе, когда закладываются основы профессиональной идентичности через язык как средство

мышления и ценностного выражения (Храмцова, 2021; Любезнова, Выходцева, 2022; Клобукова и др., 2023). Авторы отмечают, что «современное профессионально-ориентированное обучение русскому языку как иностранному должно обеспечивать формирование не только языковой, но и культурно-профессиональной компетенции обучающихся» [7,8,14].

Вопрос формирования профессионального мировоззрения иностранных студентов традиционно связывается исследователями в области профессиональной педагогики и психологии образования (А.А. Вербицкий, В.И. Андреев, И.С. Сергеев, М.И. Махмутов) с изучением профильных дисциплин, однако ряд авторов в области методики преподавания русского языка как иностранного (Ю.В. Анисина, Л.Л. Присная, И.А. Пугачёв, Т.С. Туркина, И.И. Касимова) подчёркивает значимость курса РКИ уже на подготовительном этапе.

Так, Ю.В. Анисина в проведенном ею диссертационном исследовании отстаивает позицию, что профессионально-ориентированное обучение предполагает моделирование именно «будущей профессиональной деятельности» средствами языка [2]. Она справедливо утверждает, что в таком случае русский язык выполняет не только коммуникативную, но и мировоззренческую функцию, формируя ценностные установки и мотивацию к дальнейшему обучению.

Методологические подходы

Анализ диссертационных исследований позволяет выделить три ключевых подхода: аксиологический, контекстный и деятельностный.

Отстаивая аксиологический подход, исследователь Касимова И.И. в своей диссертации подчеркивает: «Русский язык в процессе обучения выполняет мировоззренческую функцию, формируя у студентов целостное видение профессии» [6].

Контекстный подход, как отмечает в своей работе «Контекстное обучение: теория и практика» А.А. Вербицкий, «обеспечивает переход от учебной деятельности к профессиональной через систему модельных ситуаций» [3]. Интегративные модели РКИ (Пугачёв, 2018) демонстрируют эффективность включения профессиональных проектов в курс языка.

«Компетентностный подход ориентирует образование на развитие личности обучающегося, его способность применять знания в разнообразных жизненных и профессиональных ситуациях» [15].

В диссертациях выделяются технологии, позволяющие связывать обучение РКИ с профессиональной сферой.

Л.Л. Присная в своей диссертации «Формирование профессионально-ориентированной речевой компетенции иностранных студентов в процессе обучения русскому языку» настаивает на том, что «Формирование речевой компетенции возможно только в условиях погружения в профессионально окрашенные речевые ситуации» [11]. Она полагает, что практико-ориентированные и ситуативно-ролевые задания, имитирующие реальные профессиональные коммуникации, активизируют интерес студентов и формируют у них профессиональную мотивацию.

Т.С. Туркина в своем диссертационном исследовании «Формирование профессионального мировоззрения у студентов учреждений среднего профессионального образования» исходит из того, что «Мировоззренческие установки закрепляются через ценностное содержание учебного материала и практическую деятельность студентов» [12]. Она выделяет особую роль проектных заданий, экскурсий по инженерным объектам и коллективного составления глоссариев.

Эмпирические результаты

Эмпирические данные диссертаций и их интерпретация исследователями убедительно подтверждают: профессионально-ориентированные элементы в курсе РКИ усиливают мотивацию и ценностное восприятие профессии. Исследователи единодушны во мнении, что «профессиональное образование формирует систему ценностей, которая становится основой мировоззренческой позиции личности» [13].

Важно отметить следующий момент: анализируемые Исследования показывают, что ценностно-мотивационный компонент формируется быстрее, чем когнитивный и идентификационный.

Несмотря на значимые результаты, исследования последних лет выявляют и проблемы, на которые надо обратить особое внимание: ограниченные выборки, недостаток лонгитюдных исследований, а также слабая проработка модулей по профессиональной этике.

Авторитетный автор исследований по философии и антропологии образования В.В. Горшкова отстаивает разделяемую нами позицию, что «Образование есть процесс становления образа мира и образа себя в мире» [4].

Именно эта установка должна быть методологическим принципом для исследований и определять ориентиры системного формирования мировоззренческой позиции современными инновационными методическими средствами и образовательными технологиями уже на подготовительном этапе обучения в вузе.

Выводы

Вывод 1. Исследование формирования профессионального мировоззрения иностранных студентов средствами русского языка отвечает запросам современной науки и практики профессионального образования, а также конкретным потребностям военных вузов, где обучение иностранных курсантов сочетает языковую, культурную и профессионально-нравственную подготовку. «Профессионально ориентированное обучение русскому языку как иностранному способствует осознанию студентами связи между языком и будущей профессиональной деятельностью» [8].

Вывод 2. Анализ диссертационных исследований и монографий подтверждает: русский язык может и должен служить средством формирования профессионального мировоззрения уже на подготовительном этапе. Наиболее эффективными являются интегративные модели, сочетающие аксиологический, контекстный и деятельностный подходы.

Вывод 3. «Эффективность формирования профессиональной компетентности повышается при включении в курс РКИ проектных заданий, связанных с будущей профессией» [10]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку модулей по профессиональной этике, создание дифференцированных программ и проведение лонгитюдных экспериментов.

Список литературы:

1. Андреев В.И. Педагогика: учебный курс для творческого саморазвития. – Казань: Центр инновационных технологий, 2015. – С. 214
2. Анисина Ю.В. Становление и развитие профессионально-ориентированного обучения русскому языку как иностранному на неязыковых факультетах вузов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 2013. – С. 45
3. Горшкова В.В. Феномен образования человека. – СПб.: Лань, 2015. – С. 24
4. Зимняя И.А. Ключевые компетенции как результативно-целевые основания компетентностного подхода в образовании. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. – С. 27
5. Касымова И.И. Научно-мировоззренческие функции обучения русскому языку: дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2015. – С. 62
6. Клобукова Л.П., Ермакова О.Б., Чернышенко Е.А. Профессионально-ориентированное обучение РКИ в свете актуальных тенденций в современном языковом образовании // Журнал педагогических исследований. 2023. № 4. С. 32-42. URL: <https://naukaru.ru/ru/pauka/article/69894/view> [Электронный ресурс].
7. Любезнова Н.В., Выходцева И.С. Профессионально ориентированное обучение русскому языку иностранных студентов в аграрном вузе // Russian Linguistic Bulletin. 2022. № 7(35). С. 258-262. DOI:10.18454/RULB.2022.35.21. URL: <https://doi.org/10.18454/RULB.2022.35.21> [Электронный ресурс].
8. Махмутов М.И. Теоретические основы развивающего обучения. – М.: Педагогика, 2010. – 376 с.
9. Пугачёв И.А. Интегративная модель профессионально-ориентированного обучения русскому языку иностранных студентов технических направлений: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2018. – С. 112
10. Присная Л.Л. Формирование профессионально-ориентированной речевой компетенции иностранных студентов в процессе обучения русскому языку: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2012. – С.19
11. Туркина Т.С. Формирование профессионального мировоззрения у студентов учреждений среднего профессионального образования: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2014. – С. 87
12. Сергеев И.С. Педагогика профессионального образования: учебное пособие. – М.: Академия, 2017. – С. 56
13. Храмцова А.Б. Иностранный язык как средство воспитания профессионала // Вестник Самарского ун-та. История, педагогика, филология. 2021. Т. 27, № 3. С. 84-88. DOI:10.18287/2542-0445-2021-27-3-84-88. URL: <https://journals.ssau.ru/hpp/article/view/8987> [Электронный ресурс].
14. Хуторской А.В. Компетентностный подход в образовании: методология, теория, практика. – М.: ИОСО РАО, 2013. – С.47

К. И. Шарафадина, А.А. Ягодова
Klara Sharafadina, Alevtina Iagodova

Междисциплинарное изучение русского языка как иностранного в современном гуманитарном научно-практическом поле

(по итогам дискуссии на межвузовской научно-практической конференции «Актуальные проблемы лингвистики, лингводидактики и переводоведения»)

Interdisciplinary Study of Russian as a Foreign Language in the Contemporary Humanities

(based on the discussion at the inter-university scientific and practical conference «Current Issues in Linguistics, Linguodidactics, and Translation Studies»)

Аннотация. Статья посвящена осмыслению итогов межвузовской научно-практической конференции «Актуальные проблемы лингвистики, лингводидактики и переводоведения», прошедшей 25 апреля 2025 года в Санкт-Петербурге в Военном институте (инженерно-техническом) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва. В статье осуществлен дискурсивный анализ теоретических и практикоориентированных докладов, представленных участниками научной дискуссии на пленарном заседании и на двух круглых столах. К числу актуальных, вынесенных на обсуждение научных тенденций авторы обзора относят лингвокультурологическое исследование языковых картин мира разных народов, их сравнение, а также лингвокультурологический подход (через язык к национальной культуре) в практике преподавания РКИ.

Abstract. This article analyzes the results of the interuniversity scientific and practical conference «Current Issues in Linguistics, Linguadidactics, and Translation Studies» held on April 25, 2025, in St. Petersburg at the Military Institute (Engineering and Technical) of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulyov. The article provides a discursive analysis of the theoretical and practice-oriented papers presented by the participants at the plenary session discussion and two round table discussions. Among the relevant scientific trends discussed, the authors of the review include linguacultural research into the linguistic worldviews of different peoples, their comparison, as well as a linguacultural approach (through language to national culture) in the practice of teaching Russian as a foreign language.

Ключевые слова: лингвистика, лингводидактика, лингвокультурология, лингвосомиотика, переводоведение, литературоведение, русский язык как иностранный, русский язык как неродной.

Keywords: linguistics, linguodidactics, linguoculturology, linguosemiotics, translation studies, literary criticism, Russian as a foreign language, Russian as a non-native language.

Для участия в межвузовской научно-практической конференции, проводимой кафедрой русского языка ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева, были приглашены ученые и педагоги из вузов Санкт-Петербурга и Москвы: ВИ(ИТ) и ВИ (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО, ФГКВООУ ВО «Военная академия войск национальной гвардии Российской Федерации», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова Санкт-Петербургский государственного морского технического университета, СПбГУ, Института РКИ Российского государственного педагогического университета им. А.И.

Герцена (г. Санкт-Петербург), а также Нижнего Новгорода и Оренбурга. Лингвисты и педагоги сотрудничали с литературоведами и психологами, математиками и программистами, индивидуальные исследования чередовались с коллективными. Молодые ученые и педагоги вступали в диалог с опытными исследователями и преподавателями. Традиции и новаторство, междисциплинарность, многообразие подходов, поддержка научных школ, заинтересованность дискуссии, дружелюбность общения – всё это отличало нынешнюю – очередную – конференцию, уже ставшую традиционной.

Основной целью научного мероприятия был обмен опытом и информацией с коллегами, развитие и укрепление сотрудничества между кафедрами преподавания русского языка как иностранного военных и гражданских вузов, презентация научных, учебных и методических трудов, научный аспект конференции состоял в обсуждении участниками конференции актуальных проблем, связанных с основными направлениями развития современной лингвистики, включая лингводидактику, лингвокультуроведение и переводоведение.

В ходе конференции оргкомитетом планировалось создать совместными усилиями участников «карту» научных приоритетов современной лингвистики и лингводидактики, уделив особое внимание новационным тенденциям в когнитивной и корпусной лингвистике, лингвокультурологии и лингвостилистике, и продемонстрировать в своих докладах результативность их научной методологии и аналитического инструментария. Тематика докладов была разнообразной и охватывала три заявленных в названии конференции смежные научные отрасли – лингвистику, лингводидактику и переводоведение.

Диапазон представленных в докладах и сообщениях на дискуссионных круглых столах исследовательских методик и подходов также был широк – от текстологического, текстуального и переводоведческого до лингвокультурологического и социокультурного, от лингвистического и педагогического эксперимента до прогностического моделирования, а также от метафизической установки до диалектического ракурса, от диахронического взгляда на предмет исследования до синхронного его представления.

Особенностью конференции 2025 года стало также посвященное 80-летию Великой Победы исследование дискурса Великой Отечественной войны в современной литературе и культуре и обобщение опыта современных инновационных форм военно-патриотического воспитания, в том числе в процессе преподавания РКИ в военных вузах.

О военно-патриотическом воспитании в контексте образования и культуры размышляла в своем дискуссионном выступлении профессор кафедры теории

и методики непрерывного профессионального образования ФГКВОУ ВО «Военная ордена Жукова академия войск национальной гвардии Российской Федерации», доктор педагогических наук, профессор В.В. Горшкова. Она поделилась собственным опытом использования кинопроизведений о войне для актуализации форм военно-патриотического воспитания в рамках организованного ею дискуссионного киноклуба в Военной ордена Жукова академии войск национальной гвардии. Живой отклик у аудитории острые нелицеприятные оценки докладчиком официозных подходов к военно-патриотическому воспитанию.

В пленарном докладе проф. СПбГАУ, главного редактора журнала «Вестник детской литературы» Т.А. Федяевой, посвященном переосмыслению темы военного детства в последней повести-завещании А. Лиханова «Прошедшее время» (2022), определено особое место этого произведения в создаваемой писателем на протяжении нескольких десятилетий «энциклопедии военного детства» в формате романа в повестях «Русские мальчики». В этом во многом автобиографическом произведении писатель приближается к войне по-иному, намеренно утрачивая крупный масштаб размышлений о том времени: он пишет о деталях, навсегда оставшихся в памяти, о лицах родных и не родных, но близких людей. Поэтому, по мнению докладчика, в последней повести образ детства светел, гармоничен, целен, несмотря на все беды, которые переживает семья маленького героя. Т.А. Федяева полагает, что в своем итоговом произведении писатель оставил нам этическое завещание: не забывай своего прошлого, будь человеком и гражданином, живи верой в свою страну, в свой народ.

Сегодня, в условиях масштабной информационной войны, когда идет замалчивание героической роли Советского Союза в разгроме фашизма во Второй мировой войне, дискредитация авторитета советской армии, открытая манипуляция общественным мнением, необходимо активно противостоять дезинформации, искать пути формирования у учащихся объективной исторической картины мира.

В докладе авторского коллектива преподавателей Института РКИ РГПУ им.

А.И. Герцена И.И. Толстухиной, А.П. Ивановой, Р.В. Костициной был обобщен опыт разработки и реализации на кафедре РКИ и методики его преподавания РГПУ им. А. И. Герцена воспитательно-образовательных проектов «О войне будем помнить вместе», «Моя семья в годы ВОВ», «Уроки военных лет» и др. С 2021 года авторы доклада осуществляют методическую поддержку российских учителей, работающих в школах Узбекистана в рамках совместного российско-узбекского гуманитарного проекта «Класс! (Зур!)». Этот проект реализуется при поддержке Министерства просвещения Российской Федерации, Министерства народного образования Республики Узбекистан, фонда Алишера Усманова.

Основная цель – расширение информационного поля на тему прошедшей войны и создание у иностранцев позитивного образа России как страны-победителя и защитницы мира.

Авторы представили подробную программу военно-исторической тематики (Великой Отечественной войны) на занятиях по русскому языку с иностранными учащимися в университете и в школе.

Анализ новых учебников по русскому языку для школ с узбекским и другими языками обучения (5-11 классов), авторами которых являются преподаватели из РГПУ им. А. И. Герцена совместно с узбекскими коллегами, показал, что в них слишком мало, скупо говорится об этой жестокой войне (например, в учебниках 7-9 класса упоминаний о Великой Отечественной войне нет вообще). Авторы утверждают, что нельзя упускать возможность давать подросткам, юным гражданам дружественной страны, достоверный, убедительный материал о совместной самоотверженной борьбе их дедов и русских солдат с жестоким врагом.

При обращении к военной теме важна обоснованная последовательность введения информации и продуманная система самостоятельной и творческой работы. Если тематика, заявленная узбекской стороной, не включила беседы о войне в основной курс, это можно сделать в форме проектной работы или внеклассных мероприятий, на которые отводятся специальные часы.

В докладе кандидата филологических наук О.В. Максимовой (РГПУ им. Герцена) был осмыслен авторский опыт использования песен о Великой Отечественной войне как учебного материала и как источника лингвокультурологической информации на занятиях по русскому языку как иностранному. Для полного раскрытия темы Великой Отечественной войны на материале песен автору представляется целесообразным обратиться к песням разных лет (песни, написанные в предвоенные годы и во время войны; песни, появившиеся сразу после войны; песни второй половины XX – начала XXI века) и проводить их лингвокультурологический анализ, ориентируясь на такие концепты русской культуры, как «война», «дорога», «судьба» (во многом объединенные метафорой «жизнь – путь») и связанные с ними концепты «выбор», «дружба», «любовь», а также концепт «война» как метафору жизненного пути и исторической судьбы. Предлагаемый автором лингвокультурологический комментарий песен о Великой Отечественной войне помог подвести иностранных студентов к философскому осмыслению войны как глобальной проблемы и способствовал развитию вторичной языковой личности инофонов.

Профессор кафедры русского языка ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, доктор филологических наук К.И. Шарафадина поставила на примере трех переводов разных лет культурно-маркированной военной лексики из романа «Евгений Онегин» (на английский язык) не теряющую актуальности в современном переводе проблему лингвокультурной ассиметрии и преодоления возникающего как следствие этнокультурного барьера. По ее наблюдениям, неудачи переводов связаны либо с недостаточной, либо с излишней культурно-прагматической адаптацией текста оригинала, поэтому переводчик должен выбирать такой прием перевода, который обеспечит необходимый баланс адаптации.

Доцент кафедры иностранных языков ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, кандидат филологических наук, доцент Н.В. Шершукова представила итоги своего исследования, актуальность

которого связана с активным применением разнообразных техник манипулирования человеческим сознанием в условиях информационной войны. «Военно-политических эвфемизмов и дисфемизмов как средств речевого воздействия».

По ее наблюдениям, эвфемизмы и дисфемизмы являются одним из наиболее часто применяемых средств речевого воздействия, их изучение позволяет распознавать их прагматические цели в текстах СМИ и более эффективно применять их при необходимости. Материалом для исследования послужили эвфемизмы и дисфемизмы, отобранные методом сплошной выборки из англоязычных и русскоязычных текстов средств массовой информации, посвященных военно-политическим темам.

В ходе исследования рассмотрены общетеоретические вопросы, систематизированы отобранные лексические единицы, предложена собственная классификация военно-политических эвфемизмов и дисфемизмов. В результате исследования автор пришел к выводу о том, что военно-политические эвфемизмы и дисфемизмы представляют собой подвижную систему, репрезентирующую политическую реальность. Они применяются в зависимости от коммуникативной интенции субъекта высказывания и избранной тактики работы с массовой аудиторией.

Преподаватель Инженерной школы одежды (колледж) при СПбГУПТД, кандидат филологических наук Е.В. Гладкова представила доклад на тему «Образ Родины в военной лирике С.Н. Толстого». Объектом исследования послужил цикл из 15-и сонетов «Рельефы войны» С.Н. Толстого, созданный во время Великой Отечественной войны (1942-1943 гг.), использовался историко-диахронический анализ стихотворных текстов, объединенных тематическим планом. В рамках доклада были рассмотрены основные мотивы военной лирики С.Н. Толстого, а также эволюция образа Родины, который занимает центральное место в системе нравственных координат поэта.

В рамках круглого стола по актуальным проблемам лингвистики и переводоведения (модератор – кандидат филологических наук, доцент Н. В. Шершукова) были представлены масштабные доклады, сравнивающие языковые картины мира разных народов.

Так, доцент кафедры иностранных языков ВИ (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва Г.И. Бакинская рассуждала об активности заимствованных слов в современном языковом мире, особое внимание уделив Евро-американскому ареалу, где широкое распространение получили разносистемные языки: английский, французский, немецкий и испанский.

Она сравнила значения международных слов в вариантах перевода одних и тех же терминов на самые распространенные языки. Благодаря этим процессам новые слова уверенно вошли в лексикон представителей разных стран.

Ряд докладчиков выступили в дискуссии с наблюдениями и обобщениями, выявлением новых тенденций в языке современных цифровых медиа. Так, доцент кафедры теоретической и прикладной лингвистики БГТУ «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова, кандидат педагогических наук Г.Р. Халюшева (соавторы - зав. кафедрой романо-германской филологии и методики преподавания иностранного языка Оренбургского государственного педуниверситета, доктор педагогических наук Л.В. Колобова; доцент кафедры английского языка и гуманитарных дисциплин Оренбургского государственного аграрного университета, кандидат педагогических наук Г.А. Маркова) рассмотрели использование каламбуров в заголовках электронных СМИ. Каламбур в качестве лексико-стилистического средства часто применяется в английских газетных заголовках, представляя собой огромный языковой ресурс для читательской аудитории. В ходе доклада проанализированы примеры каламбуров, применяемых в газетных заголовках, для наглядной демонстрации экспрессивной функции, реализуемой представленными единицами. Отмечено, что эффект языковой игры достигается за счет таких приемов, как фонетическое сближение слов, реализация в одном контексте нескольких значений одной языковой единицы, десемантизация фразеологического единства и использование прецедентных текстов. Участникам круглого стола была представлена авторская классификация каламбуров по способу образования.

В рамках круглого стола по проблемам преподавания русского языка как иностранного (далее – РКИ) и иностранных языков (модератор – кандидат филологических наук А.А. Ягодова) обсуждались актуальные на сегодняшний день вопросы лингводидактики: комплексное обучение всем видам речевой деятельности на материале аутентичных устных и письменных текстов разнопланового характера (от условно-речевой ситуации до медиатекста) с упором на лингвокультурологический подход (через язык к национальной культуре) и интерактивные методы (в частности, использование ИИ на языковых занятиях).

Так, профессор кафедры иностранных языков ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, кандидат филологических наук Е.А. Мошина поделилась итогами исследования, базирующегося на лингвокультурологическом и лингвосомиотическом подходах, раскрывающих символическую природу языковых единиц как носителей культурных кодов, а именно концепта «земля» (лексемы «земля», «почва», «грязь») в русском фразеологическом фонде.

Исследователь выявила ключевые метафорические модели русских фразеологизмов с компонентами семантического поля «земля» и проанализировала их прагматические функции, включая выражение социальных оценок, формирование стереотипов и эмоциональное воздействие. Данные фразеологизмы, по мнению исследователя, отражают архетипические оппозиции (устойчивость / нестабильность, чистота / загрязнение), связанные с мифологическими («Мать-земля»), библейскими («соль земли») и социально-иерархическими концептами.

Далее автор поделилась соображениями о методическом потенциале результатов исследования в обучении иностранным языкам и РКИ, указав на такие обучающие приемы, как компонентный анализ, метафорическое моделирование, сравнительный анализ с культурными кодами родного языка студентов, обсуждение языковых стереотипов и ценностей, отраженных в устойчивых выражениях, ролевые игры и диалоги по смоделированным ситуациям.

Доцент отдела международных отношений и академической мобильности Балтийского государственного технического университета ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова Г.В. Орлова посвятила доклад изучению понятия «аутентичная речевая ситуация» в методике преподавания РКИ и различных подходов при обучении устной речи (тема «Компьютеры, Интернет») студентов подготовительного факультета с использованием современного речевого материала (интернет-сленг, мемы, анекдоты), что в значительной степени повышает интерес учащихся к процессу усвоения русского языка.

В докладе доцента кафедры русского языка ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва Э.В. Малыгина был раскрыт лингводидактический потенциал текста Н.С. Лескова «Человек на часах»: были рассмотрены этапы лингвометодической работы с фрагментом текста (от лексико-грамматического анализа к дискурсивному анализу) на занятии по РКИ с использованием метода «мозгового штурма», которая помогает иностранному курсанту понять особенности национального характера русского солдата и военной службы в России.

Доклад доцента кафедры русского языка ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва А.А. Ягодовой об обучающем потенциале видеолекции на занятиях по РКИ продемонстрировал возможности использования данного типа медиатекста в качестве актуального учебного материала для развития у иностранных учащихся навыков аудирования и конспектирования монологической речи, так как для него характерно устойчивое сочетание формальных признаков и повторяющиеся смысловая структура и языковые маркеры, что позволяет говорить о языковой модели видеолекции и необходимости ее описания с позиций лингводидактики.

Доцент кафедры русского языка для гуманитарных и естественных факультетов СПбГУ А.Ю. Тираспольская обозначила важную роль метафорической терминологии (на примере терминологии пластической хирургии) в обучении языку специальности иностранных студентов-медиков: распознавание метафорического переноса в медицинской терминологии на практике повышает уровень не только

профессионального, но и общего владения русским языком – увеличивается лексический запас учащихся по базовым темам (например, по теме «животный мир» посредством знакомства с терминами «ухо макаки», «лисий глаз», «гусиные лапки»).

В докладе «Современные подходы к формированию профессиональной идентичности иностранных студентов» начальника международной НИЛ НГЛУ «Перспективные исследования русского языка в современном мире», советника ректора НГЛУ им. Н.А. Добролюбова по продвижению русского языка за рубежом, доктора педагогических наук, профессора Н.В. Макшанцевой и аспиранта НГЛУ им. Н.А. Добролюбова, преподавателя кафедры русского языка ВИ (ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва Т.А. Парфеновой, представившей совместный доклад на конференции, были рассмотрены методические подходы к развитию профессионально ориентированной речи у иностранных курсантов, обучающихся по инженерным специальностям, на занятиях по русскому языку как иностранному.

Докладчик обобщила свой опыт разработки тематических заданий, направленных на овладение лексико-грамматическими структурами, связанными со строительной сферой на примере тематического модуля «Виды строительных сооружений», привела примеры заданий на аудирование, чтение, формирование навыков монологической и диалогической речи. По ее мнению, процесс формирования профессионального мировоззрения курсантов на подготовительном этапе в рамках обучения их РКИ требует комплексного подхода.

Старший преподаватель кафедры русского языка ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, кандидат филологических наук Е.П. Таргонская и преподаватель кафедры военной архитектуры, автоматизированных систем проектирования, естественнонаучных дисциплин ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В.Хрулёва И.С. Таргонская в своем докладе рассмотрели творческое применение технологии обучения edutainment при изучении дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» иностранными обучающимися. Метод интеллект-карт использовался как инструмент наглядной презентации

лексики. В ходе доклада представлены интеллект-карты для изучения иностранными курсантами лексики по таким темам раздела «Инженерная графика» дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика», как «Соединение деталей», «Сборочный чертеж» и «Жилой дом». Отмечено, что предпочтительна совместная работа преподавателя с обучающимися, а также указаны способы для работы с интеллект-картами, такие как перевод изучаемых лексем на родной язык и создание визуальных опор / иллюстраций данных лексем обучающимися.

Творческим коллективом преподавателей ВИ (ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва (преподаватель кафедры военной архитектуры, автоматизированных систем проектирования, естественнонаучных дисциплин Д.В. Макарович, преподаватель кафедры русского языка Е.В. Белич, профессор кафедры русского языка К.И. Шарафадина) вниманию аудитории была представлена презентация проекта лексикографической направленности. Разработчики дали обоснование дидактической концепции проекта обучающего интерактивного (с аудиовизуальным компонентом) словаря математических терминов и понятий, предназначенного для пропедевтического этапа обучения – подготовки к освоению базового курса математики курсантами подготовительного отделения, которая будет осуществляться в рамках курса русского языка как иностранного.

Словарная статья полилингвального словаря (русско-англо-французский), помимо толкования термина и его грамматических характеристик, будет содержать примеры его употребления в контекстах, а также пояснение его переносных значений в составе фразеологизмов и других устойчивых сочетаний. Активное применение в словарной статье и примерах не нуждающегося в переводе международного «языка» математических символов станет своего рода эвристическим посредником для постижения значений русских математических слов-понятий и выражений.

Преподаватель кафедры русского языка ВИ (ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва В.С. Московцева представила аудитории принципы составления опорного

гlossария, который использовался при подготовке курсантов к интеллектуальным соревнованиям по английскому языку. Она описала два основных принципа: первый заключается в опоре на требования к составлению устного высказывания: это лексическое разнообразие, связность и логика. Второй принцип заключается в расширении тематики и подразумевает включение в гlossарий лексических единиц по нескольким темам. Помимо лексики по теме олимпиады «Информационные технологии, искусственный интеллект», в гlossарий были добавлены выражения из деловой сферы, необходимые для презентации коммерческого продукта, а также идиомы на военную тему.

Опорный словарь помогает успешно справиться с олимпиадными заданиями на знание лексики, такими как подбор значения идиомы, расшифровка аббревиатур, исключение лишней лексической единицы из ряда предложенных. Также гlossарий содержит исчерпывающее количество конструкций для успешного выступления на устной части олимпиады, где от участников требуется представить аудитории инновационное устройство и ответить на вопросы слушателей.

Эти принципы являются результатом методической работы преподавателей двух кафедр – русского и иностранного языков. Гlossарий был успешно апробирован во время подготовки команды ВИ(ИТ) к IX Международной олимпиаде курсантов по иностранному языку, где команда ВИ(ИТ) ВА МТО имени генерала армии А.В. Хрулёва заняла II место.

Старший преподаватель кафедры русского языка ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва Л.Н. Иванова и преподаватель кафедры русского языка ВИ(ИТ) ВА МТО имени генерала армии А.В. Хрулёва Е.В. Белич обобщили опыт использования поэтических текстов как средства расширения лексического диапазона иностранных студентов на занятиях по РКИ. Они представили результаты эксперимента с использованием стихотворения Даниила Хармса «Удивительная кошка» для решения этой задачи с помощью выполнения творческих заданий.

Об особенностях преподавания международного русского языка на постсоветском пространстве рассуждали в своем совместном докладе заведующая

кафедрой лингводидактики РКИ и билингвизма Московского педагогического государственного университета, научный руководитель межвузовского центра билингвального и поликультурного образования Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, доктор педагогических наук, профессор Е.А. Хамраева и доцент кафедры русского языка ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, кандидат психологических наук Е.В. Федосенко. Авторы предложили анализ современных вызовов и подходов к обучению русскому языку в странах СНГ. Были рассмотрены ключевые особенности преподавания русского языка как иностранного и второго языка, а также роль культурных и образовательных факторов, влияющих на эффективность обучения.

Особое внимание было уделено развитию учебных программ, методик преподавания и материалов по РКИ, адаптированных к условиям постсоветского пространства. Освещена новая линейка учебного комплекса по русскому языку (учебник, рабочая тетрадь и книга для преподавателя), созданная для стран СНГ и прошедшая успешную апробацию. Представлен новый учебный комплекс по РКИ для узбекских школьников 2-11 классов, который в настоящее время проходит апробацию.

Выводы

Вывод 1. Дискурсивный анализ докладов, представленных на пленарном заседании и двух круглых столах, показал, что конференция оправдала формат дискуссионных площадок, позволив исследователям в диалоге с единомышленниками и оппонентами утвердиться в собственной позиции, выслушав иные – полемические – соображения, а также проверить убедительность и объективность результатов собственных исследований и наметить их дальнейшую перспективу.

Вывод 2. В докладах и их обсуждении были продемонстрированы и подтверждены актуальные и перспективные научные тенденции: лингвокультурологическое и лингвосомиотическое исследование языковых картин мира разных народов, их сравнительный анализ, а также обсуждено применение результатов представленных проектов и исследований в преподавании РКИ и РКН.

Вывод 3. Участники конференции поддержали лингвокультурологический подход (через язык к национальной культуре) в теории и практике изучения иностранных языков и РКИ как наиболее перспективный и актуальный; утвердили необходимость развития и совершенствования комплексного подхода в обучении иностранным языкам

и РКИ по всем видам речевой деятельности на материале аутентичных устных и письменных текстов разнопланового характера (от условно-речевой ситуации до медиатекста) с упором на лингвокультурологический подход и интерактивные методы (в частности, использование ИИ на языковых занятиях).

Педагогическая система формирования исследовательской компетентности у курсантов военного технического вуза как основа подготовки к адъюнктуре в условиях модернизации военного образования

The pedagogical system of developing research competence among cadets of a military technical university as a basis for preparing for postgraduate studies in the context of modernizing military education

Аннотация. В статье исследуется проблема преемственности в подготовке научных кадров для Вооруженных Сил РФ. На основе анализа статистики, демонстрирующей системное снижение количества диссертационных защит, особенно технических наук, и данных о низкой вовлеченности курсантов в военно-научную работу, обосновывается необходимость целенаправленного формирования исследовательской компетентности на этапе обучения в военно-техническом вузе. Представлена авторская двухуровневая педагогическая система, интегрирующая модернизированную военно-научную работу курсантов (ВНРК) с последующим этапом адъюнктуры. Описаны организационно-педагогические условия и критерии эффективности системы, направленной на разрешение противоречия между потребностью Министерства обороны в офицерах-исследователях и отсутствием целостного подхода к их подготовке.

Abstract. The article explores the problem of continuity in the training of scientific personnel for the Armed Forces of the Russian Federation. Based on the analysis of statistics showing a systematic decrease in the number of dissertation defenses, especially in technical sciences, and data on the low involvement of cadets in military scientific work, the article substantiates the need for purposeful development of research competence at the stage of training at a military technical university. The article presents an author's two-tiered pedagogical system that integrates the modernized military scientific work of cadets (MSWC) with the subsequent stage of postgraduate studies. The article describes the organizational and pedagogical conditions and criteria for the effectiveness of a system aimed at resolving the contradiction between the Ministry of Defense's need for research officers and the lack of a comprehensive approach to their training.

Ключевые слова: исследовательская компетентность, военный технический вуз, адъюнктура, военно-научная работа курсантов, педагогическая система, подготовка научных кадров, диссертационное исследование.

Keywords: research competence, military technical university, postgraduate studies, military scientific work of cadets, pedagogical system, training of scientific personnel, dissertation research.

Необходимость подготовки офицерских кадров, способных к научно-техническому творчеству и инновационной деятельности в сфере вооружения и военной техники, прямо указана в ключевых стратегических документах РФ [8-10].

Однако эффективность существующей системы подготовки научных кадров вызывает серьезные вопросы [5]. Согласно данным Российской книжной палаты, количество авторефератов диссертаций, поступающих в Российскую государственную библиотеку, сократилось за 2023 год на 22% по сравнению с предыдущим годом (с 10,2 тыс. до менее

8 тыс.), причем падение носит устойчивый характер. Это свидетельствует о системном кризисе в сфере подготовки научных кадров в стране, который не мог не затронуть и оборонно-промышленный комплекс.

На этом фоне обостряется ключевое педагогическое противоречие: между объективной потребностью Министерства обороны в офицерах-исследователях, готовых к успешному освоению методологии науки в адъюнктуре, и отсутствием целостной педагогической системы, обеспечивающей планомерное формирование исследовательской компетентности на этапе обучения

в военном вузе. Разрешение данного противоречия видится в создании преемственной двухуровневой системы, где первый уровень – целенаправленное формирование базовой исследовательской компетентности в стенах военного технического вуза, а второй – успешное освоение методологии научного исследования в адъюнктуре [7].

Поэтому стоит необходимость в раскрытие теоретического обоснования и представления структурно-содержательной модели такой педагогической системы, а также анализа условий ее эффективной реализации.

Согласно данным Высшей аттестационной комиссии, технические науки традиционно лидируют по количеству защит диссертаций в России. Но несмотря на это общее число защит неуклонно снижается. Если в 2012 году оно

составляло около 21 тыс., то к 2019 году упало до 9 тыс., демонстрируя отрицательную динамику. В 2023 году, по данным Минобрнауки, было защищено около 10,9 тыс. диссертаций [4]. Основной причиной эксперты называют реформу 2012 года, в результате которой аспирантура (адъюнктура в силовых ведомствах) стала третьим уровнем высшего образования, а защита диссертации перестала быть обязательной (Рис.1). Это привело к ситуации, когда на защиту выходит лишь каждый третий-четвертый выпускник. Заведующий кафедрой прикладной математики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», российский математик и физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор Н. Кудряшов отмечает, что особенное снижение наблюдается в физико-математических и технических науках в силу высокой трудоемкости таких работ.

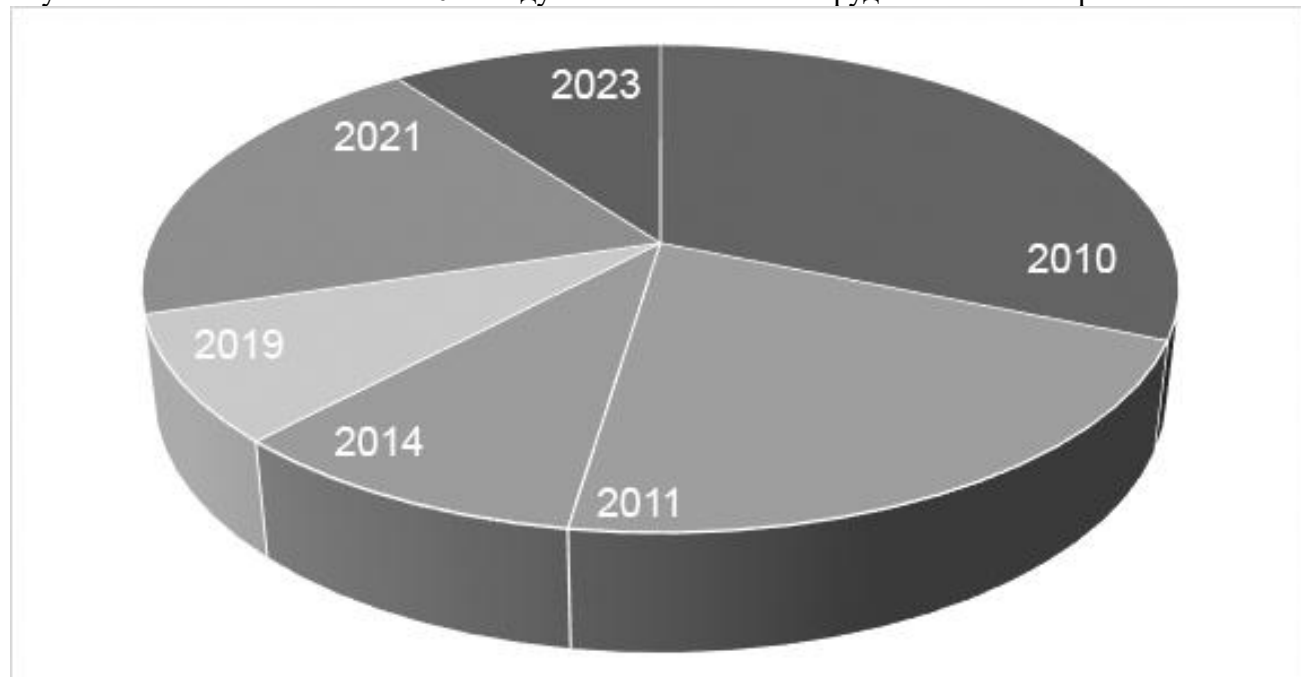


Рисунок 1 – Количество защит диссертаций в России по техническим наукам.

Ключевой проблемой, вытекающей из этой статистики, является низкий исходный уровень исследовательской подготовки кандидатов на поступление в адъюнктуру. Как отмечают исследователи, существующая система оценки в военных вузах «не способна показывать весь спектр развития курсантов», а военно-научная работа (ВНР) часто носит формальный, эпизодический характер и не рассматривается как фундамент будущей научной карьеры. Это подтверждается практикой: в войсках отмечается

положительная динамика качества подготовки выпускников, однако уровень их профессионально-личностных компетенций, особенно в части навыков самостоятельной исследовательской деятельности, требует серьезной доработки.

По данным Росстата, численность исследователей с учёной степенью (кандидата или доктора наук) в российских научных организациях сократилась на 20% с 2015 по 2024 год. В 2024 году их число составило 89 586 человек, из них 21 705 докторов наук и 67 881 кандидатов

наук. Снижение наблюдалось во всех федеральных округах России. Ранее, по данным на 2020 год, лидировала по количеству исследователей с учёными степенями Москва. В группу регионов с высоким кадровым потенциалом также входили Санкт-Петербург, Новосибирская, Томская, Московская и Магаданская области. Наибольший прирост численности

исследователей с учёными степенями с 2010 года был зафиксирован в Липецкой области и Алтайском крае (155% и 135% соответственно). Напротив, наиболее интенсивную убыль демонстрировали Тверская, Калужская, Амурская, Сахалинская, Псковская области, Чеченская Республика и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра [1]. Статистика представлена на рис. 2.

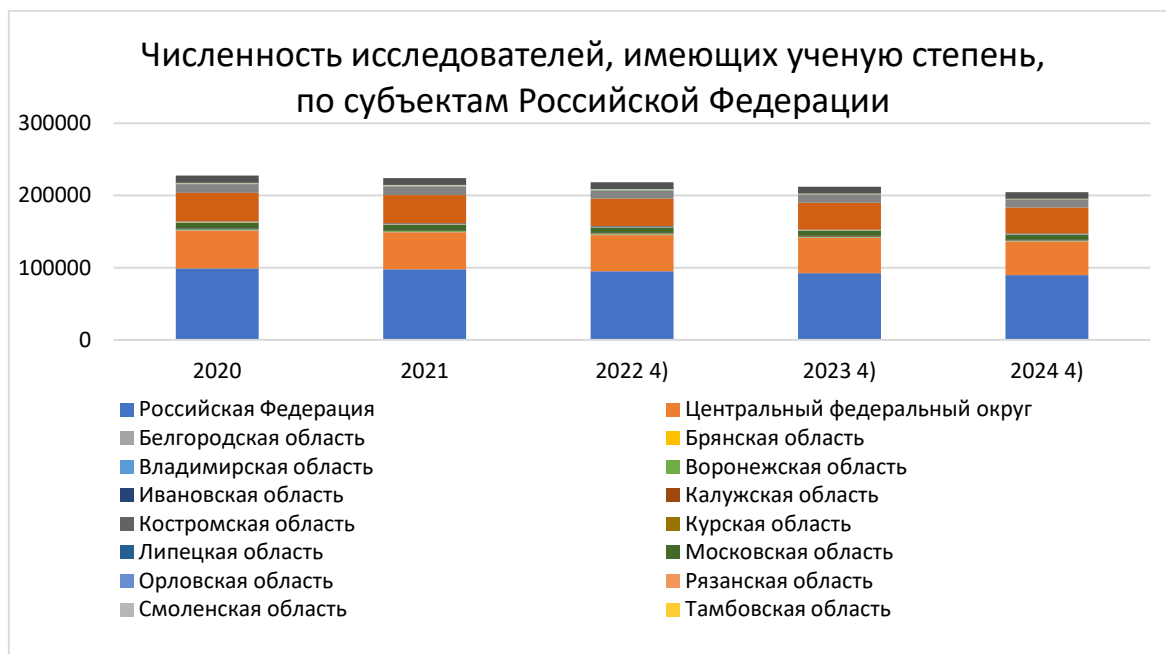


Рисунок 2 – Численность исследователей, имеющих ученую степень, по субъектам Российской Федерации.

Среди причин сокращения числа исследователей с учёной степенью эксперты называют: финансовые трудности (низкие зарплаты, платное обучение в докторантуре); старение кадров и уход на пенсию; отток молодёжи в более доходные сферы; ужесточение требований к научным публикациям; ограниченный доступ к иностранным журналам; нехватку диссертационных советов.

Сформированная годами привычка к репродуктивной деятельности и жесткой регламентации вступает в противоречие с требованиями творческой самостоятельности [6], предъявляемыми к соискателю ученой степени.

В контексте нашего исследования под исследовательской компетентностью курсанта военного технического вуза понимается интегративное личностное качество, выражающееся в готовности и способности к самостоятельному проведению прикладного научного исследования в военно-технической области с использованием современных методов познания и в соответствии с нормами научной этики. Это качество служит педагогической основой для последующего

освоения полной методологии научного исследования в адъюнктуре [2].

Структура исследовательской компетентности включает:

Мотивационно-ценностный компонент: осознание значимости исследовательской деятельности для профессионального роста офицера-инженера, внутренняя мотивация к познанию и решению нестандартных технических задач.

Когнитивный компонент: система знаний о методологических основах научного исследования, специфике военно-технических наук, принципах работы с источниками информации и базами данных.

Деятельностно-практический компонент: владение навыками формулирования проблемы, цели и задач исследования; планирования и проведения эксперимента; обработки и анализа данных; оформления результатов в виде научного отчета, статьи или доклада.

Рефлексивно-оценочный компонент: способность к самоконтролю, корректировке своей деятельности, оценке качества полученных результатов и их практической значимости.

Структура исследовательской модели



Рисунок 3 – Структура исследовательской компетентности

Разработанная мной авторская двухуровневая педагогическая система формирования исследовательской компетентности основана на принципах преимущества, интеграции, практико-ориентированности и индивидуальной траектории развития, мною предложено:

Уровень 1: Военный технический вуз (специалитет).

Цель – целенаправленное формирование базовой исследовательской компетентности через системную интеграцию ВНРК в образовательный процесс.

– Содержательное ядро: Специальный междисциплинарный модуль «Основы военно-научного исследования», включенный в учебный план. Модуль объединяет теоретические занятия по методологии с сквозным практическим проектом по профилю специальности.

– Организационные формы: Проектная работа в составе научных секций, обязательное участие в конкурсах военно-научных работ (от внутри вузовского до конкурсов Министерства обороны), подготовка и публикация первых тезисов и статей (в том числе в соавторстве с научным руководителем).

– Критерии результативности (на выходе из вуза):

– Наличие завершенного исследовательского проекта (курсовая/выпускная работа исследовательского характера).

– Опыт публикации (не менее 1 тезиса или статьи).

– Участие (призовое место) в научном конкурсе.

– Сформированное портфолио исследовательских достижений.

Уровень 2: Адъюнктура.

Цель – углубленное освоение методологии научного исследования и успешная подготовка кандидатской диссертации.

– Механизм преимущества: Портфолио курсанта, сформированное на первом уровне, становится основанием для рекомендации в адъюнктуру и основой для разработки индивидуального плана научной работы адъюнкта. Тема диссертации логически развивает исследования, начатые в вузе.

– Содержание: Углубленное изучение философских и специальных методов науки, проведение полномасштабного диссертационного исследования под руководством научного руководителя, активная публикационная деятельность в журналах из перечня ВАК.

– Интеграция с первым уровнем: наиболее успешные адъюнкты привлекаются к руководству научными секциями курсантов, проведению мастер-классов, что усиливает мотивацию обеих сторон и создает устойчивую научную среду в вузе.

Организационно-педагогические условия реализации системы

1. Мотивационно-стимулирующее: Закрепление в нормативных документах вуза преимуществ для курсантов с высокими результатами ВНРК (повышенная стипендия, приоритет при распределении, рекомендация для

адъюнктуры). Необходимость таких мер косвенно подтверждается экспертами, указывающими на «отсутствие существенных поощрений» за ученую степень как на одну из причин кризиса.

2. Кадровое: Повышение квалификации профессорско-преподавательского состава в области руководства научной работой обучающихся. Закрепление за научными руководителями курсантов и адъюнктов статуса и материальных стимулов.

3. Информационно-технологическое: Создание инфокоммуникационной образовательной среды вуза, включающей доступ к специализированным базам знаний, электронным библиотекам, средствам для моделирования и анализа данных. Внедрение цифровых платформ для ведения и мониторинга индивидуальных исследовательских портфолио.

4. Оценочно-результативное: Внедрение комплексного мониторинга формирования исследовательской компетентности на основе разработанных критериев, включая экспертные оценки, анализ портфолио и динамики публикационной активности.

Преодоление негативной статистики в сфере подготовки научных кадров для оборонно-промышленного комплекса

требует перехода от эпизодической военно-научной работы к выстроенной педагогической системе. Представленная двухуровневая модель делает процесс формирования офицера-исследователя целенаправленным, непрерывным и управляемым [3].

Ее внедрение позволит:

– На входе в адъюнктуру: повысить качество контингента за счет отбора мотивированных выпускников с подтвержденными исследовательскими навыками.

– В процессе обучения в адъюнктуре: сократить сроки адаптации и повысить процент своевременных защит за счет преимущественности тем и сформированной базы.

– В системном плане: создать в военном техническом вузе устойчивую научно-образовательную экосистему, ориентированную на генерацию новых знаний и технологий для укрепления обороноспособности страны.

Перспективой дальнейшего исследования является разработка детальных методических рекомендаций по реализации каждого компонента системы и ее широкомасштабная апробация в ряде военных технических вузов.

Список литературы:

1. В России больше всего защищается диссертаций по технике, медицине и биологии. ТАСС. [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/obschestvo/24421931> (дата обращения: 17.12.2025).

2. Баранова Л.М. Повышение качества обучения курсантов военных вузов на основе мониторинга образовательных достижений: дис. канд. пед. наук. 2019.

3. Склорова О.Н. Самостоятельная деятельность – путь формирования профессионально-личностных компетенций курсантов военного вуза // Современные педагогические технологии. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=38119> (дата обращения: 17.12.2025).

4. Количество диссертаций в России за год сократилось на 22%. Dissernet. [Электронный ресурс]. URL: https://dissernet.org/media/kolichestvo_dissertatsiy_v_rossii_za_god_sokratilos_na_22 (дата обращения: 17.12.2025).

5. Саркисова, Е. А. Психология и педагогика: Учебник / Е.А. Саркисова, Л. М. Лучшева. – Санкт-Петербург: Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева, 2024. – 307 с. – EDN URTFKO.

6. Психология общения. Основы психологии взаимодействия в деятельности военного инженера: учебник / С.Б. Пашкин, А.Я. Подколызин, О.А. Мамаев, Е.А. Саркисова. – Санкт-Петербург: Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева, 2023. – 199 с. – EDN URKPAO.

7. Саркисова, Е.А. Теоретико-методологическое обоснование проблемы формирования навыков научно-исследовательской деятельности курсантов в вузах МО РФ / Е.А. Саркисова // Современные образовательные технологии в условиях глобализации: сборник научных трудов. – Казань: Индивидуальный предприниматель Барышов Дмитрий Андреевич, 2022. – С. 120-124. – EDN QVDZDR.

8. Пашкин, С.Б. Актуальные психологические аспекты воспитания дисциплинированности личного состава / С. Б. Пашкин, С. В. Саркисов, Л. В. Медведева // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2020. – № 4. – С. 224-230. – EDN WZCFBT.

9. Мотивация профессиональной деятельности: Учебно-методический комплекс / С.Б. Пашкин, С.В. Саркисов, А.Н. Минко, Е.А. Саркисова – Санкт Петербург: Военный институт (инженерно-технический), 2021. – 29 с. – EDN HMYUWJ.

10. Исторический опыт формирования типа личности российского офицера: Военно-исторический труд / В.Б. Коновалов, М.Ю. Зенкевич, Р.С. Новиков [и др.]; Санкт Петербург: ООО «Р-КОПИ», 2020. – 158 с. – ISBN 978-5-6044456-8-6. – EDN KYMTSW.

Результаты исследования эффективности самостоятельной работы курсантов военных институтов (на примере дисциплины «История России»)**Results of a study of the effectiveness of independent work of cadets of military institutes (using the example of the discipline «History of Russia»)**

Аннотация. Статья посвящена вопросам организации самостоятельной работы курсантов военных институтов системы Министерства обороны Российской Федерации. На основе проведенного констатирующего эксперимента, авторы приходят к выводу о необходимости повышения эффективности самостоятельной работы с учетом требований, предъявляемых к современному высшему военному образованию.

Abstract. The article is devoted to the issues of organizing independent work of cadets of military institutes of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Based on the conducted ascertaining experiment, the authors come to the conclusion that it is necessary to increase the efficiency of independent work, taking into account the requirements for modern higher military education.

Ключевые слова: самостоятельная работа, курсанты, Министерство обороны, информационные технологии, информатизация.

Keywords: independent work, cadets, Ministry of Defense, information technology, informatization.

Обострение международной обстановки, быстрая смена общественно-политической обстановки в мире и растущее число военных конфликтов у границ России предъявляют новые требования к поддержанию обороноспособности страны. В соответствии с военной доктриной Российской Федерации, утвержденной Указом Президента от 25 декабря 2014 г., в строительстве и развитии Вооруженных Сил главной задачей является приведение их в соответствие с прогнозируемыми военными угрозами и требованиями современности в целом [1].

Выполнение этой задачи невозможно без совершенствования систем военного образования и воспитания. Повышение качества подготовки кадров и военного образования Доктрина определяет в качестве одного из основных приоритетов развития военной организации [Там же].

Современная профессиональная деятельность офицера отличается сложностью служебно-боевых задач, отсутствием шаблонности в их выполнении в условиях быстро меняющейся обстановки. При этом, для командира и начальника важно уметь быстро и уверенно принимать правильные решения сложных проблем. Уровень развития современной военной

техники требует от офицера умения работать с большим количеством различной информации, а относительно быстрое совершенствование вооружений – навыков самообразования и саморазвития для быстрого ее освоения и внедрения в войска. Таким образом, профессиональная специфика деятельности офицерских кадров предполагает значительную долю самостоятельности в пределах предоставленной им власти.

Степень сформированности самостоятельности как профессионально значимого качества личности в значительной степени определяет эффективность образовательного процесса в военном институте. Особенно это касается такой части распорядка дня курсантов, как самостоятельная работа. В соответствии с приказом Министра обороны РФ от 30 мая 2022 г. № 308 самостоятельная работа курсантов организуется в целях закрепления и совершенствования полученных знаний и навыков, поиска и приобретения новых знаний, а также выполнения учебных заданий, защиты курсовых работ (проектов, задач) и отчетов по лабораторным работам, подготовки к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам. При этом на самостоятельную работу обучающихся в регламенте

служебного времени отводится не менее трех академических часов ежедневно [4].

Методическое обеспечение самостоятельной работы курсантов должно обеспечиваться профессорско-преподавательским составом кафедр. При этом определяющим фактором в вопросе ее эффективности является самостоятельная деятельность курсантов. Несмотря на контроль со стороны командования и преподавателей, результативность самостоятельной работы может оставаться низкой [8, с. 3]. В процессе проведения исследования среди курсантов методом научного наблюдения нам удалось установить факт нерационального использования времени, отведенного на самостоятельную работу. Результаты опроса среди 100 курсантов 1 курса Военного института (инженерно-технического Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева (далее ВИ(ИТ) ВА МТО) нам удалось выявить следующие факторы, влияющие на организацию этой части образовательного процесса: отсутствие или наличие четко выраженной мотивации к самостоятельной работе, стремления к саморазвитию, заинтересованности темой или предметом в целом), слабой сформированностью способности курсантов к самоорганизации и рефлексии, их активность в учебно-познавательной деятельности и недостаточную обеспеченность самостоятельной работы актуальной методической и учебной литературой, наличие педагогического сопровождения и индивидуализации подхода в обучении).

Для проведения опроса курсантам были предложены следующие опросные листы:

1-й – «Эффективность организации самостоятельной работы курсанта», целью которого было выявление отношения

курсантов к такому виду учебной деятельности как самостоятельная работа, оценки ее эффективности, плюсов и минусов, с которыми сталкиваются курсанты в настоящее время.

2-й – «Уровень остаточных знаний по истории России», раскрывающий степень заинтересованности курсантов учебной дисциплиной «История России», а также особенности методического обеспечения дисциплины.

После обработки ответов курсантов на вопросы, нами были получены следующие результаты:

1. 93% опрошенных курсантов положительно оценили самостоятельную работу как форму организации учебной деятельности. Однако 80% из них отметили наличие трудностей, снижающих эффективность самостоятельной работы. Это ограниченный доступ к разнообразным источникам информации, отсутствие достаточного объема материала для углубленного изучения вопросов, сложность в выстраивании работы с источниками, высокая степень отвлекаемости от работы.

2. Исследование показало, что большинство курсантов имеют средний (49%) и высокий (28%) уровень мотивации при организации самостоятельной работы по дисциплине «История России». Однако 23% отметили недостаточный уровень заинтересованности предметом. При этом, повышение этого уровня, по их мнению, возможно благодаря изменению подхода к изучению материала (с использованием информационных технологий и индивидуализации обучения).

3. Нами был осуществлен анализ промежуточной аттестации курсантов 1 курса по дисциплине «История», который показал, что 31% курсантов имеют низкий уровень знаний (то есть получили отметку ниже «хорошо»).

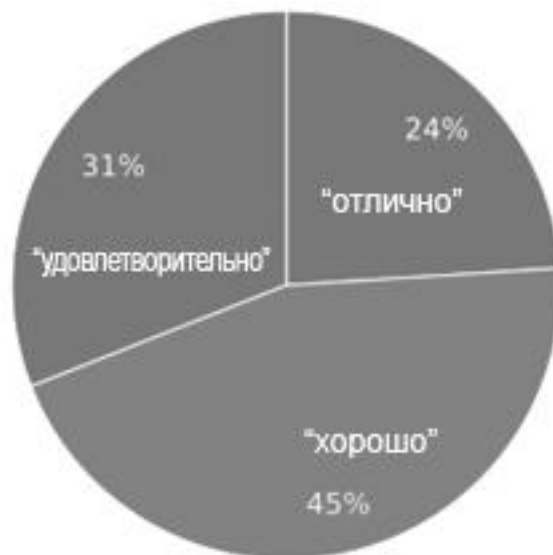


Рисунок 1. Анализ итогов промежуточной аттестации курсантов 1 курса по дисциплине «История»

По результатам опроса курсантов было выявлено, что 68% отметили факт низкой эффективности самостоятельной работы. Из них 54% курсанта считают необходимым ее преобразование с учетом реалий современности, а 14 % не имеют

желания прилагать усилия в процессе самостоятельной работы в принципе, что свидетельствует об отсутствии установки на саморазвитие и недостаточности мотивации для организации самостоятельной работы.

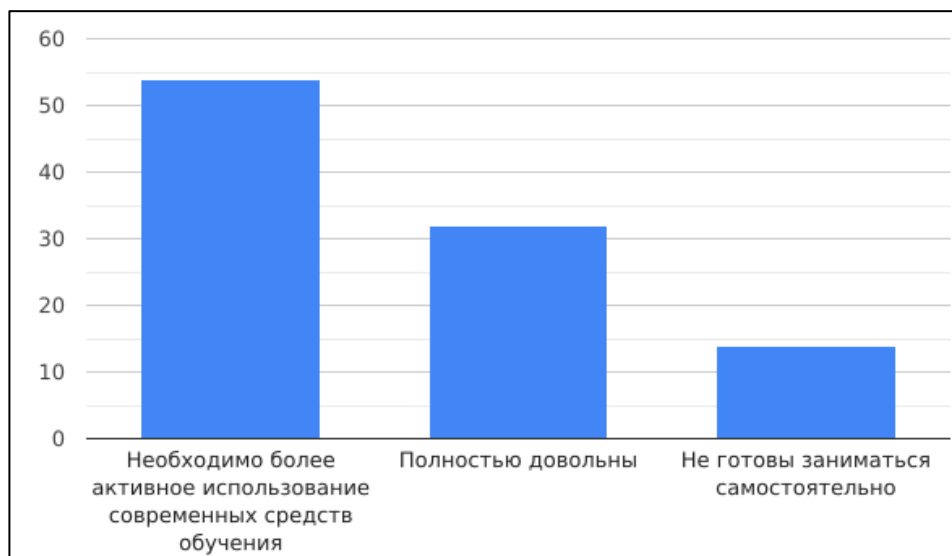


Рисунок 2. Результаты оценки курсантами эффективности самостоятельной работы курсантов военного института Министерства обороны РФ

Следует констатировать, что у большинства курсантов возникают трудности, связанные с организацией самостоятельной учебной деятельности, а именно: с поиском информации, его анализом, усвоением нового знания. Решить данные проблемы возможно с помощью внедрения в образовательный процесс информационных технологий, которые позволяют проектировать и наполнять

актуальными материалами учебную сферу, помогают быстро осуществлять мониторинг работы курсантов, а также способствуют формированию умений и навыков самообразования и саморазвития. Немаловажным является и факт доступности разнообразных видов источников (визуальные, аудио- и видеофрагменты, эпистолярные и т.д.) по изучаемой курсантом теме, что

способствует более всестороннему изучению вопроса, и повышает степень заинтересованности темой и предметом в целом [2, с. 101].

Использование информационных технологий в качестве действенного средства повышения эффективности самостоятельной работы курсантов определяется требованиями к образовательным организациям и выпускникам на федеральном уровне. Так, в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» перед Правительством при разработке национального проекта в области образования были поставлены задачи, связанные с созданием «цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней», а также с модернизацией профессионального образования, включающих внедрение «адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ». Также, в целях обеспечения безопасности страны, в Указе обозначена необходимость перехода к использованию отечественных компьютерных технологий и программ [6].

Исходя из общей стратегии развития образования в России, определяются требования к организации образовательного процесса и результатам освоения образовательных программ для конкретных профессий, специальностей и направлений обучения, соответствующие Федеральным Государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). В соответствии с ними, одним из основных требований, предъявляемым к выпускнику военного вуза является способность «анализировать и представлять информацию, применять информационные и компьютерные технологии для работы с информацией и приобретения новых знаний в профессиональной деятельности, применять в проектной деятельности средства автоматизированного проектирования»[7].

Для выполнения данных требований, автоматизации образовательного процесса, а также для формирования электронной информационно-образовательной среды Министерство обороны РФ разработало специальное программное обеспечение «Образование-МО», на базе которого возможно использовать самые разнообразные компьютерные программы и электронные средства обучения [3]. Однако, как показал анализ организации самостоятельной работы курсантов, являющейся обязательной частью процесса их обучения, осуществляемой в строго отведенное время в их распорядке дня, ее методическое обеспечение во многом носит формальный характер, осуществляется традиционными методами и сосредоточено на повторении уже пройденного материала. Таким образом, не до конца реализуются возможности электронной образовательной среды военного учебного заведения.

На основании вышеизложенного авторы пришли к следующим выводам: Констатирующий эксперимент доказывает актуальность темы исследования:

- *на общественно-государственном уровне*, определяемом увеличивающимися требованиями к качеству военного образования и профессиональной подготовки кадров;

- *на педагогическом уровне*, связанном с повышением эффективности самостоятельной работы курсантов военных институтов в процессе обучения;

- *на методологическом уровне*, в потребности теоретического обоснования и разработки форм и средств использования информационных технологий при организации самостоятельной работы курсантов в условиях информатизации общества;

- *на методическом уровне*, с необходимостью разработки педагогической модели организации самостоятельной работы курсантов на основе возможностей электронной образовательной среды Министерства обороны Российской Федерации «Образование-МО».

Список литературы:

1. Военная доктрина Российской Федерации (в редакции от 25 декабря 2014 г.) [Электронный ресурс]. URL: https://www.mid.ru/ru/foreign_policy/official_documents/1584621/ (Дата обращения: 01.12.2023)
2. Мордовин И.Н. Направления развития и применения информационных систем и технологий в военных образовательных и научно-исследовательских организациях // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «АСУ, информационно-телекоммуникационные системы»: сборник статей III Всероссийской научно-технической конференции. – Анапа, 2021. – С. 97-114.
3. Поляков Е.П. Специальное программное обеспечение управления образовательной деятельностью военной образовательной организации Министерства обороны Российской Федерации и формирования информационно-образовательной среды военной образовательной организации Министерства обороны Российской Федерации (сокращённое название – «Образование-МО») // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020618842, 05.08.2020. Заявка № 2020617786 от 24.07.2020.
4. Приказ Министра обороны РФ от 30 мая 2022 г. № 308 «Об организации образовательной деятельности в федеральных государственных организациях, осуществляющих образовательную деятельность и находящихся в ведении Министерства обороны Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404833517/> (Дата обращения: 20.11.2023)
5. Романова Е.С., Гумарова Т.А. Применение специального программного обеспечения «Образование-МО» для организации образовательного процесса в военных вузах // Гуманитарные научные исследования. 2022. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <https://human.snauka.ru/2022/06/50638> (дата обращения: 07.12.2023).
6. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (Дата обращения: 01.12.2023)
7. ФГОС ВПО // Официальный сайт Министерства образования РФ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fcosvpo.ru/> (Дата обращения: 20.09.2023)
8. Шангутов А.О. Организация самостоятельной работы курсантов вузов внутренних войск МВД России с применением информационных технологий: автореф. дис. ... к.п.н. СПб., 2014. – 24 с.

Подготовка стрелков для поражения беспилотных летательных аппаратов из стрелкового оружия

Training of shooters to destroy unmanned aerial vehicles with small arms

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые особенности подготовки военнослужащих к поражению беспилотных летательных аппаратов из стрелкового оружия при помощи различных упражнений. Предложен вариант специального упражнения для тренировки в поражении беспилотных летательных аппаратов из стрелкового оружия.

Abstract. The article discusses some of the features of preparing military personnel to defeat unmanned aerial vehicles with small arms using various exercises. A variant of a special exercise for training in the destruction of unmanned aerial vehicles from small arms is proposed.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, упражнения, тренировка, огневая подготовленность, огневое поражение, стрелковое оружие, эффективность.

Keywords: unmanned aerial vehicle, exercises, training, fire readiness, fire damage, small arms, effectiveness.

В настоящее время продолжается специальная военная операция (СВО), в ходе которой подразделения войск национальной гвардии Российской Федерации выполняют служебно-боевые задачи [1].

При этом с определенной периодичностью осуществляется замена личного состава. Сменившиеся подразделения убывают в пункты постоянной дислокации для восстановления боеспособности, где наряду с проведением ряда мероприятий, подразделения вновь готовятся к выполнению служебно-боевых задач в зоне СВО [2].

В период подготовки подразделений к очередной смене особое внимание должно уделяться наиболее важным вопросам, одним из которых является противодействие беспилотным летательным аппаратам (БПЛА) [3-5], которое осуществляется различными способами [6, 7], указанными на рис. 1.

Из всех перечисленных способов противодействия БПЛА способ уничтожения БПЛА огнем стрелкового оружия, как расчетами постов воздушного наблюдения, так и остальным личным составом является более доступным [8-11], но в то же время и недостаточно эффективным по причине низкой обученности личного состава.

Следовательно, от способности личного состава поразить БПЛА противника из штатного стрелкового оружия зависит

возможность полета дрона и как следствие, высокая вероятность поражения войск.

В настоящее время подготовка личного состава для поражения БПЛА с применением стрелкового оружия ведется на войсковых стрельбищах с применением различных видов оружия [12]. Особый интерес представляют малоразмерные БПЛА, способные действовать на малых и на предельно малых высотах. Прежде всего, это квадрокоптеры и FPV-дроны [13]. БПЛА самолетного типа находятся вне зоны поражения стрелковым оружием.

Тренировки по поражению БПЛА из стрелкового оружия военнослужащими осуществляются согласно положениям Курса стрельб [14], а также другими способами, которые вырабатывают командиры подразделений, исходя из боевого опыта в СВО, для эффективной подготовки личного состава. Также для эффективного обучения важно не только поставить задачу и обеспечить материальной базой, но осуществить контроль [15].

В интересах повышения эффективности огневой подготовки в вопросах поражения БПЛА противника можно рассмотреть несколько вариантов [16]: стендовая стрельба; стрельба в тире по БПЛА (макету); стрельба по мишеням «БПЛА с кругами» и «гонг»; стрельба по мишени, прикреплённой к летящему БПЛА; интерактивные тренажеры (тиры); выполнение специальных упражнений по поражению БПЛА.

Способы противодействия БПЛА в боевых условиях			
Уничтожение расположения операторов БПЛА противника	Подавления БПЛА противника при помощи средств радиоэлектронной борьбы	Уничтожение БПЛА противника при помощи БПЛА, предназначенных для этих целей	Поражение БПЛА с применением стрелкового оружия средств противовоздушной обороны
Недостатки			
Операторы БПЛА преимущественно находятся в качественно замаскированных местах и для их обнаружения требуется много времени, людских ресурсов, технических средств и техники	Средства радиоэлектронной борьбы – это дорогостоящее оборудование. В районе действия средств радиоэлектронной борьбы осуществляется подавление всех БПЛА – как противника, так и своих, а так же возможно подавление своих каналов связи	Применение БПЛА для уничтожения дронов противника подразумевает расходы на его разработку, производство и применение, а так же специальное материально-техническое сопровождение его эксплуатации и подготовку операторов.	Для гарантированного поражения БПЛА из стрелкового оружия необходима качественная подготовка стрелков, а так же соответствующая модернизация оружия и боеприпасов

Рис. 1 – Способы противодействия БПЛА и недостатки этих способов

В тренировках по стендовой стрельбе (рис. 2, а) используются метательные машины (рис. 2, б). Суть упражнения заключается в том, что летательная тарелка имитирует полет БПЛА. При таких упражнениях БПЛА может

лететь не только вдоль линии огня (фронта), но и навстречу стрелку, а также от него и по диагональным направлениям, что позволяет производить подготовку военнослужащих более качественно.



а



б

Рис. 2 – Вариант осуществления тренировки по стендовой стрельбе:
а – стендовая стрельба; б – метательная машина

Более экономичный вариант подготовки военнослужащих – стрельба из стрелкового оружия по БПЛА-мишеням из числа поврежденных БПЛА, которые закреплены на тросе. Оператор БПЛА при

помощи различных устройств в том числе механической машины или при помощи силы рук, перемещает макет БПЛА по возможной траектории и скорости присущей БПЛА данного типа (рис. 3).

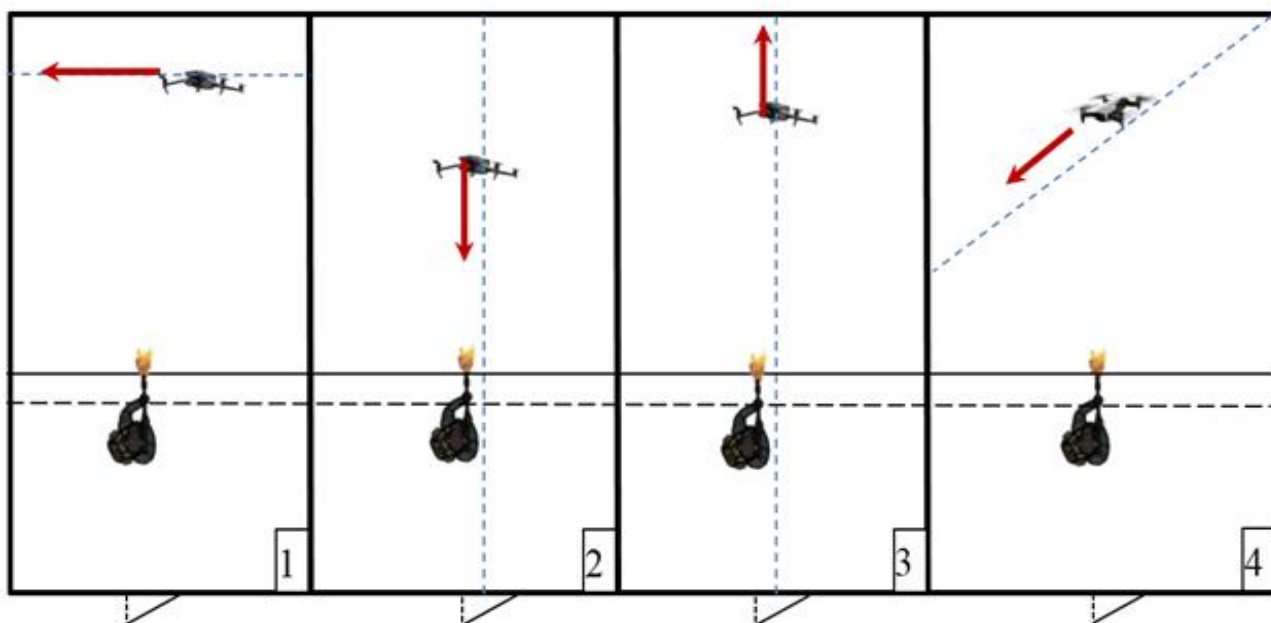


Рис. 3 – Вариант тира (места) для обучения стрельбы по БПЛА

Главное преимущество этого способа в том, что обеспечивается возможность многократно поражения БПЛА-мишени, тем самым снижается стоимость материальной базы. Так же вместо поврежденного БПЛА (макета) могут использоваться специальные мишени – «БПЛА с кругами» (рис. 4).

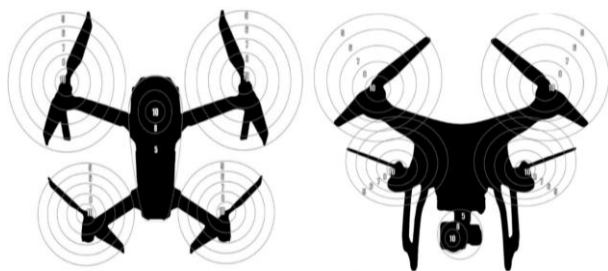


Рис. 4 – Варианты специальных мишеней – «БПЛА с кругами»

Стрельба по мишени типа «гонг» (рис. 5) позволяет моментально оценить качество огневой подготовленности [16] стрелка. Характерный звук при ударе пули в мишень подтверждает попадание в цель.

Известно, что применяются БПЛА, к которым привязан груз (шар) для имитации БПЛА противника со «сбросом» (рис. 6). При этом траектория движения БПЛА прямолинейная и заранее известна стрелку. Этот способ позволяет выработать у военнослужащих реакцию на реальную скорость перемещения БПЛА. После приобретения и закрепления навыков стрельбы по БПЛА при его прямолинейном полете, можно усложнить упражнение путем изменения траектории полета БПЛА.

Самым сложным вариантом указанного упражнения по поражению БПЛА будут условия, при произвольной траектории полета БПЛА.



Рис. 5 – Вариант мишени «гонг»

Качественная подготовка стрелков для поражения БПЛА из стрелкового оружия процесс трудоемкий и требует определенного времени и усилий.

При ограниченном времени или же его отсутствии необходимо прибегать к другим методам.

Обучение личного состава поражению БПЛА из стрелкового оружия осуществляется не только практической стрельбой, но и отработкой навыков обращения со стрелковым оружием при помощи различных тренажеров (тиров) [17] (рис. 7).

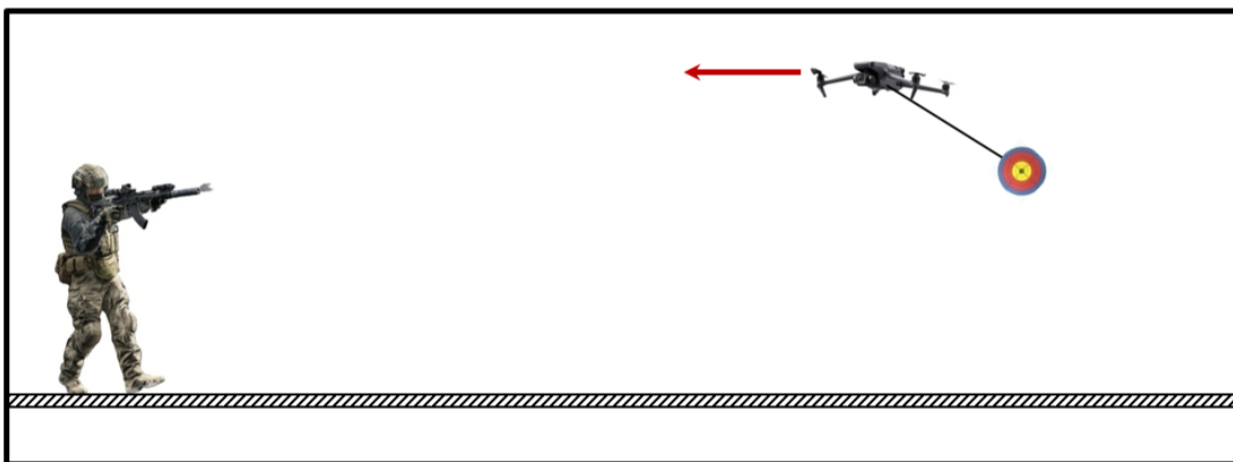


Рис. 6 – Вариант стрельбы по мишени, прикрепленной к летящему БПЛА



Рис. 7 – Вариант интерактивного тренажера (тира) для тренировки в поражении БПЛА из стрелкового оружия

Занятия по огневой подготовке при участии в боевых действиях в зависимости от специфики и объемов боевых задач могут проводиться в базовом, тыловом, другом специально назначенном районе. Тем самым обеспечивается непрерывность

процесса подготовки войск [18]. Так, в зоне боевых действий к занятиям по огневой подготовке должен привлекаться личный состав, не занятый выполнением боевых задач и свободный от боевой службы и других видов деятельности.

В целях экономии времени на оборудование места для проведения занятий, экономии боеприпасов и горючего для перемещения личного состава на стрельбище (огневой городок) целесообразно использовать интерактивные тренажеры (тиры) [16].

Кроме того, преимуществом интерактивных тренажеров (тиров) является отсутствие демаскирующих факторов, таких как вспышки и звуки при стрельбе из стрелкового оружия, что позволяет их применению в районе боевых действий.

В целях выработки морально-волевых качеств и стрессоустойчивости на случай атаки вражеского БПЛА предлагается специальное упражнение «Стрельба с площадки по воздушной цели (БПЛА), сбрасывающей гранату (РГД-5)» (рис. 8).

Показатели Вид стрелкового оружия	Дальность до цели	Количество боеприпасов	Время для стрельбы	Оценочные показатели, очков
Автомат	100 м, высота 25 м	10 патронов	10 сек. (за каждую секунду свыше времени оценка снижается на 1 бал)	«отлично» – 61 - 100 очков; «хорошо» – 41 - 60 очков; «удовлетворительно» – 20 - 40 очков; «неудовлетворительно» – менее 20 очков.
Пулемет		12 патронов		«отлично» – 61 - 100 очков; «хорошо» – 41 - 60 очков; «удовлетворительно» – 20 - 40 очков; «неудовлетворительно» – менее 20 очков.
Винтовка		3 патронов		«отлично» – 21 - 30 очков; «хорошо» – 15 - 20 очков; «удовлетворительно» – 10 - 14 очков; «неудовлетворительно» – менее 10 очков.
Карабин		3 патронов		«отлично» – 21 - 30 очков; «хорошо» – 15 - 20 очков; «удовлетворительно» – 10 - 14 очков; «неудовлетворительно» – менее 10 очков.

Рис. 8 – Критерии выполнения специального упражнения «Стрельба с площадки по воздушным целям»

Цель: БПЛА мульти-роторного типа, с боеприпасом для сброса (ручной гранаты РГД-5).

Условия выполнения упражнения. Положение для стрельбы – стоя; исходное положение – в центре площадки радиусом 5 м; оружие в положении для стрельбы стоя с рук, ствол направлен вниз, снаряженный магазин присоединен к оружию, патрон в патроннике, предохранитель включен.

Порядок выполнения: по команде руководителя занятия «Огонь» включается секундомер. Обучаемый

изготавливается для стрельбы стоя с рук, снимает оружие с предохранителя и открывает огонь (рис. 9). Делает серию выстрелов, ставит оружие на предохранитель, выбегает за пределы площадки и докладывает руководителю стрельбы о завершении выполнения упражнения. После доклада стрелка руководитель стрельбы выключает секундомер. По команде руководителя стрельб стрелком разряжается оружие и предоставляется к осмотру руководителю на предмет разряженности.

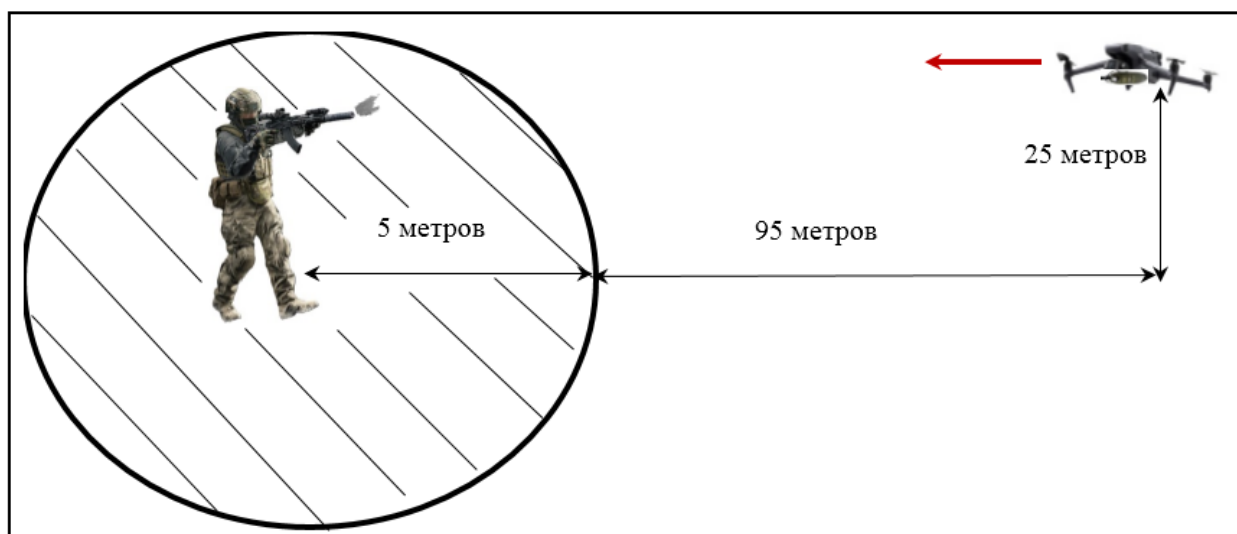


Рис. 9 – Вариант выполнения специального упражнения в поражении БПЛА «стрельба с площадки по воздушной цели»

Подготовка военнослужащих к применению стрелкового оружия для поражения БПЛА является одной из важных и сложных задач командиров подразделений в настоящее время и должна начинаться с привития культуры обращения с оружием, далее работа на интерактивных тренажерах (тирах) и заканчиваться отработкой специальных упражнений стрельб боевыми патронами по специальным мишеням.

Таким образом, применение современных интерактивных тренажеров (тиров) и специальных упражнений стрельб, разработанных с учетом опыта СВО, позволит качественно осуществлять подготовку стрелков для выполнения упражнения поражений БПЛА из стрелкового оружия, в том числе и в бою.

Список литературы:

1. Синькевич, Ю.О. Федеральная служба войск национальной гвардии Российской Федерации как основа внутренней военной безопасности государства / Ю.О. Синькевич, А.А. Шевнин // Подготовка специалистов силовых структур: проблемы, перспективы, тенденции развития: Сборник научных трудов. – Пермь: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский военный институт внутренних войск Министерства внутренних дел Российской Федерации», 2016. – С. 181-185. – EDN WICQDD.
2. Газета.ru, РИА Новости: часть подразделений РФ выведены с фронта для восстановления боеспособности. Электронный ресурс. URL: <https://www.gazeta.ru/army/news/2022/12/01/19162885.shtml> (дата обращения: 04.06.2025).
3. Коваленко, Е.А. Применение беспилотных летательных аппаратов в ходе войн и вооруженных конфликтов / Е.А. Коваленко // Морской сборник. – 2023. – № 8(2117). – С. 42-45. – EDN FLZXRC.
4. Зарапина, Л.В. Беспилотный летательный аппарат как источник повышенной опасности / Л.В. Зарапина, М.В. Ульянова // Российское правосудие. – 2022. – № 6. – С. 36-41. – DOI 10.37399/issn2072-909X.2022.6.36-41. – EDN APFXDB.
5. Тикшаев, В.Н. Проблема борьбы с беспилотными летательными аппаратами и возможные пути ее решения / В.Н. Тикшаев, В.В. Барвиненко // Военная мысль. – 2021. – № 1. – С. 125-132. – EDN GOSQAP.
6. Еремин, Г.В. Система борьбы с беспилотными летательными аппаратами – новый технический уровень и комплексный подход / Г.В. Еремин, С.Н. Черный // Военная мысль. – 2022. – № 7. – С. 32-40. – EDN DMFMQT.
7. Макаренко С.И., Тимошенко А.В. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 2. Огневое поражение и физический перехват // Системы управления, связи и безопасности. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sredstv-i-sposobov-protivodeystviya-bespilotnym-letatelnyim-apparatam-chast-2-ognevoe-porazhenie-i-fizicheskiy-perehvat> (дата обращения: 04.06.2025).
8. Ласточкин, С.Г. Особенности поражения беспилотных летательных аппаратов с применением стрелкового оружия / С. Г. Ласточкин, К. В. Маленков // Особенности развития вооружения, военной и специальной техники в войсках национальной гвардии Российской Федерации в ходе специальной военной операции: сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 30 апреля 2025 года. – Саратов: Саратовский военный ордена Жукова Краснознаменный институт войск национальной гвардии, 2025. – С. 55-63. – EDN BCNPRS.
9. Лебедев, П.Н. Применение оружия против беспилотных летательных аппаратов / П.Н. Лебедев, Н. А. Попова // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. – 2020. – № 4(13). – С. 84-86. – EDN FNECNM.
10. Гуськов, А.В. Оценка эффективности поражения малогабаритных беспилотных летательных аппаратов стрелковым вооружением / А.В. Гуськов, К.М. Зубашевский, А.И. Цыбрий // Наука Промышленность Оборона: Труды XXV Всероссийской научно-технической конференции. В 4-х томах, Новосибирск, 17-19 апреля 2024 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2024. – С. 41-45. – EDN LMNNSO.

11. Ермоленко, В.С. О некоторых способах поражения малоразмерных беспилотных летательных аппаратов с применением стрелкового оружия (по опыту специальной военной операции вооруженных сил Российской Федерации в Украине) / В.С. Ермоленко, А.Е. Медведская; науч. рук. В.А. Данильченко // Работа командиров общевойсковых, технических и инженерных подразделений по организации и выполнению боевых задач в современных условиях: материалы 81-й Республиканской научно-технической конференции курсантов и студентов военно-технического факультета в Белорусском национальном техническом университете (в рамках Международного научного форума «Креатив и инновации 2025»), 15 мая 2025 года / Белорусский национальный технический университет – Минск: БНТУ, 2025. – С. 29-34.

12. Газета Известия, Военные ВС РФ представили методику обучения борьбе с БПЛА с помощью дробовиков. Электронный ресурс. URL: <https://iz.ru/1684052/2024-04-18/voennye-vs-rf-predstavili-metodiku-obucheniia-borbe-s-bpla-s-pomoshchiu-drobovikov>. (дата обращения: 04.06.2025).

13. Николаев Н.В., Ильин В.В., Некрасов М.И. Актуальные вопросы противодействия современным автономным беспилотным летательным аппаратам и FPV-дронам // Вопросы безопасности. 2024. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-protivodeystviya-sovremennym-avtonomnym-bespilotnym-letatelnyim-apparatam-i-fpv-dronam> (дата обращения: 04.06.2025).

14. Курс стрельб из стрелкового оружия, гранатомётов, огнемётов, переносных противотанковых комплексов, боевых машин и танков войск национальной гвардии РФ (приказ начальника ГУПВ (С) ФС ВНГ РФ № 16 от 19.09.2023 г.

15. Синькевич, Ю.О. Эффективность современного обучения и три составляющих успеха / Ю.О. Синькевич, Е.Ю. Синькевич // Развитие высшего образования: теория и практика: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Омск, 28 февраля 2025 года. – Омск: Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева, 2025. – С. 258-261. – EDN CRXAIP.

16. Ласточкин, С.Г. Пути повышения эффективности обучения огневой подготовке военнослужащих и курсантов войск национальной гвардии Российской Федерации / С.Г. Ласточкин, А.А. Сотосов // Теория и практика военного образования. – 2024. – № 1(2). – С. 35-40. – EDN MKSTPW.

17. Сайт Министерства обороны РФ. В технополисе «ЭРА» представили учебно-тренировочный комплекс для совершенствования навыков по уничтожению беспилотных летательных аппаратов. Электронный ресурс. URL: <https://mil.ru/activity/innovation/news/47f0ad82-f171-4b0b-bb7a-6681e9005c22>. (дата обращения: 04.06.2025).

18. Масягин В. История и теория непрерывной военно-профессиональной подготовки // Высшее образование в России. 2005. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-i-teoriya-neprepryvnoy-voenno-professionalnoy-podgotovki> (дата обращения: 04.06.2025).

Рекомендации по совершенствованию профессионального становления молодых офицеров в воинских частях и подразделениях Вооруженных Сил Российской Федерации**Proposals for improving the professional development of young officers in military units and departments of the Armed Forces of the Russian Federation**

Аннотация. В статье описаны рекомендации, которые позволят совершенствовать процесс профессионального становления молодых офицеров в воинских частях и подразделениях Вооруженных Сил Российской Федерации, основанные на разработке программы профессионального становления, внедрения системы наставничества и требовательности непосредственного командира.

Abstract. The article describes recommendations that will improve the professional development process of young officers in military units and formations of the Armed Forces of the Russian Federation, based on the development of a professional development program, the implementation of a mentorship system, and the demands of the immediate commander.

Ключевые слова: молодой офицер, специалист пожарной безопасности, воинская часть, программа профессионального становления, наставничество, требовательность командира

Keywords: young officer, fire safety specialist, military unit, professional development program, mentoring, commander's demands

Введение. Одним из условий поддержания высокой боевой готовности воинских подразделений частей Вооруженных Сил Российской Федерации является своевременное становление молодых офицеров – выпускников после окончания военного вуза и присвоения ему воинского звания «лейтенант», проходящих военную службу на первичной офицерской должности в течение первого года.

От того, насколько быстро молодой офицер адаптируется на новом месте службы, во многом будет зависеть боеготовность вверенного ему воинского подразделения, отношение к нему подчинённого личного состава, коллег и командиров, а также его желание продолжать военную карьеру.

Основная часть. Начальный период службы молодых офицеров является наиболее ответственным. Полученные в этот период знания и практические навыки, первый опыт работы, овладение основами методики обучения и воспитания подчиненных оказывают значительное влияние на всю дальнейшую военную службу офицеров.

Главной целью работы с молодыми офицерами является подготовка к выполнению

должностных и специальных обязанностей при несении боевой службы (дежурства), внутренней и караульной служб, самостоятельной работе на ВВСТ и работе с личным составом.

К основным задачам по подготовке молодых офицеров к вступлению в первичную офицерскую должность дальнейшему его профессиональному становлению относятся:

- встреча и размещение;
- анализ факторов, влияющих на сроки профессионального становления;
- прогнозирование уровня профессиональной подготовленности;
- проведение учебно-методических сборов;
- оценка уровня профессиональной подготовленности;
- сдача зачетов на допуск к самостоятельной работе на ВВСТ;
- прием дел и должности;
- закрепление наставника;
- утверждение плана профессионального становления;
- подведение итогов боевой подготовки подразделений под командованием молодых офицеров и их профессионального становления;
- составление служебного отзыва.

Воинская часть является центром профессионального становления молодых офицеров. Для планомерной работы с молодыми офицерами в воинской части необходимо использовать Программу профессионального становления молодых офицеров, с чётким распределением обязанностей и полномочий должностных лиц и возложением персональной ответственности за судьбу каждого лейтенанта [1]. Программа составляется председателем комиссии по организации ввода в строй молодых офицеров и утверждается командиром воинской части не позднее чем за 1 месяц до прибытия молодых офицеров.

Как было выявлено в [2] основными факторами, влияющими на сроки профессионального становления молодых офицеров, являются: внедрение программы профессионального становления; наставничество; требовательность командира.

Рассмотрим их более подробно.

Программа профессионального становления молодых офицеров разрабатывается на 3 месяца (в связи с современными требованиями СВО) и должна сыграть важную роль в его военной карьере. Как показывает опыт именно в течение первого года службы проявляются основные профессионально значимые качества молодого офицера, идет формирование его жизненной и профессиональной позиции, отношения к подчиненным, коллегам и командирам.

Целью разработки Программы является выработка и поддержание профессиональной компетентности молодых офицеров на уровне, обеспечивающем уверенное выполнение ими должностных и специальных обязанностей с учетом условий, складывающихся в ходе повседневной деятельности и боевой обстановки (например, СВО).

Задачи Программы:

- совершенствование профессиональных знаний, умений и навыков по организации боевой подготовки в подразделении, а также проведение других мероприятий повседневной деятельности;

- совершенствование уровня профессиональной подготовленности и освоение методов управления воинским подразделением;

- повышение эффективности обучения и воспитания подчиненных;

- организация контроля выполненных мероприятий профессионально-должностной подготовки молодых офицеров;

- целесообразное распределение времени на профессионально-должностные подготовки молодых офицеров в повседневной деятельности войск;

- выработать у молодых офицеров системный подход к решению поставленных задач, деловитость, критическое отношение к результатам своей служебной деятельности;

- сокращение сроков профессионального становления молодых офицеров, организация и контроль выполнения плана профессионального становления [3 план];

- изучение профессиональных качеств молодых офицеров для назначения на воинские должности.

Внедрение системы наставничества.

С целью оперативного оказания помощи молодым офицерам, решения вопросов прохождения военной службы в воинской части организуется «Институт наставничества». Молодые офицеры закрепляются за наставниками – наиболее подготовленными в профессиональном отношении офицерами, имеющими большой опыт работы с личным составом, обладающими высокими методическими навыками и пользующиеся заслуженным авторитетом в воинском коллективе.

Офицер-наставник должен обладать следующими качествами: высокие показатели служебной деятельности; наличие значительного профессионального опыта; наличие способностей к воспитательной работе; выслуга лет не менее 5 лет военной службы; наличие авторитета в воинском коллективе.

Офицер-наставник обязан:

- знать Конституцию Российской Федерации, федеральные конституционные законы, федеральные законы, общевойсковые уставы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, нормы международного гуманитарного права в пределах установленного для офицеров правового минимума, Кодекс поведения военнослужащего Вооруженных Сил – участника боевых действий;

- изучать деловые и морально-психологические качества молодых офицеров, их отношение к военной службе, поведение в коллективе;

оказывать молодым офицерам всестороннюю помощь в профессиональном становлении, развитии профессиональных компетенций, выполнении служебных обязанностей, адаптации в воинском коллективе;

содействовать повышению уровня профессиональной подготовленности молодых офицеров;

составлять план профессионального становления для каждого молодого офицера;

составлять отчет по итогам наставничества.

Организация работы офицеров-наставников и контроль за их деятельностью – возлагается на заместителя командира воинской части. Основание для назначения офицера-наставника: представление командира структурного подразделения, в которое был назначен молодой офицер, согласованное с кадровой службой; по рекомендации аттестационной комиссии с указанием срока наставничества.

Основание для замены офицера-наставника: увольнение офицера-наставника; окончание срока военной службы; перевод на другую воинскую должность офицера-наставника или молодого офицера, в отношении которого применяется наставничество; привлечение офицера-наставника к дисциплинарной ответственности.

Ответственность за работу офицеров-наставников – несут командиры структурных подразделений.

Основные формы и методы работы офицера-наставника:

изучение личности молодого офицера при бытовом общении (анализ информации по материалам личного дела, служебной аттестации, сведений по результатам работы психолога, знакомство с членами семьи молодого офицера, жилищно-бытовых условий, отношений семье и степень их влияния на его служебную деятельность, способах отдыха и проведения свободного времени молодым офицером, его интересы увлечения, круг знакомых);

беседы воспитательного характера (по вопросам службы, быта, участия в общественной работе, отношения подготовки к занятиям по боевой подготовки, повышения уровня профессиональной подготовленности,

слабых результатов в процессе несения службы, нарушений воинской дисциплины, обстоятельств, препятствующих достижению высоких результатов и по другим проблемам);

помощь в индивидуальном порядке (в решении различных вопросов служебной деятельности, личной и общественной жизни, изучении должностных и специальных обязанностей, руководящих документов по работе с личным составом, вооружением, военной и специальной техникой, овладении программой боевой подготовки);

оказание помощи (разъяснение, совет, демонстрация, тренировка, высказывание пожелания, дополнительные занятия, совместное выполнение отдельных поручений, обязанностей. Совместная отработка задач позволяет устранить пробелы, выявленные в процессе профессионального становления в должности и исключить возможных некорректных действий. Помощь в формировании умений решать задачи в нестандартных условиях, в урегулировании конфликтов, отработке служебных документов, подготовке выступлений перед коллегами и подчиненными);

задания и поручения в индивидуальном порядке (по развитию необходимых навыков в ходе служебной деятельности; изучению опыта организации служебных мероприятий, привлечению молодого офицера к общественной деятельности, содействию самообразования);

осуществление контроля (оценка уровня профессиональной подготовленности с последующим прогнозированием результата профессионального становления молодого офицера с использованием программы для ЭВМ «Экспресс оценка уровня профессиональной подготовленности молодых офицеров [4]);

личный пример (безупречное выполнение служебных обязанностей офицером-наставником, соблюдение требований руководящих документов, дисциплинированность, безукоризненный внешний вид, требовательность к себе и подчиненным, внимательное отношение к товарищам по службе, пример для подражания в службе и быту, постоянное повышение профессионального уровня);

общение во внеслужебное время (посещение выставок, исторических и культурных мест дислокации воинской части, участие в спортивных мероприятиях, знакомство с историей подразделения).

Как и любой труд, наставничество требует свои инвестиции. Труд наставника часто материально не стимулируется. В Вооружённых Силах Российской Федерации отсутствует система мотивации для наставников, обучения самих наставников, нет методики объективной оценки наставничества, и, конечно, не хватает свободного времени у наставников в обучении новичков. По опыту многих учреждений, к процессу наставничества часто подходят

формально, отсюда и вытекает проблема текучести кадров, в том числе молодых кадров (молодых специалистов), проблема «накапливания» работы, что и ведет к профессиональному, психологическому выгоранию, стрессам и т.д.

Для успешного развития института наставничества в войсках необходимо разработать систему мотивации наставников, как материальную (премирование офицера-наставника по итогам успешного прохождения молодого офицера процедуры наставничества и адаптации), так и нематериальную (конкурсы офицеров-наставников, определение лучшего офицера-наставника, представление к благодарности, награждение ведомственными наградами) – см. рис. 1.

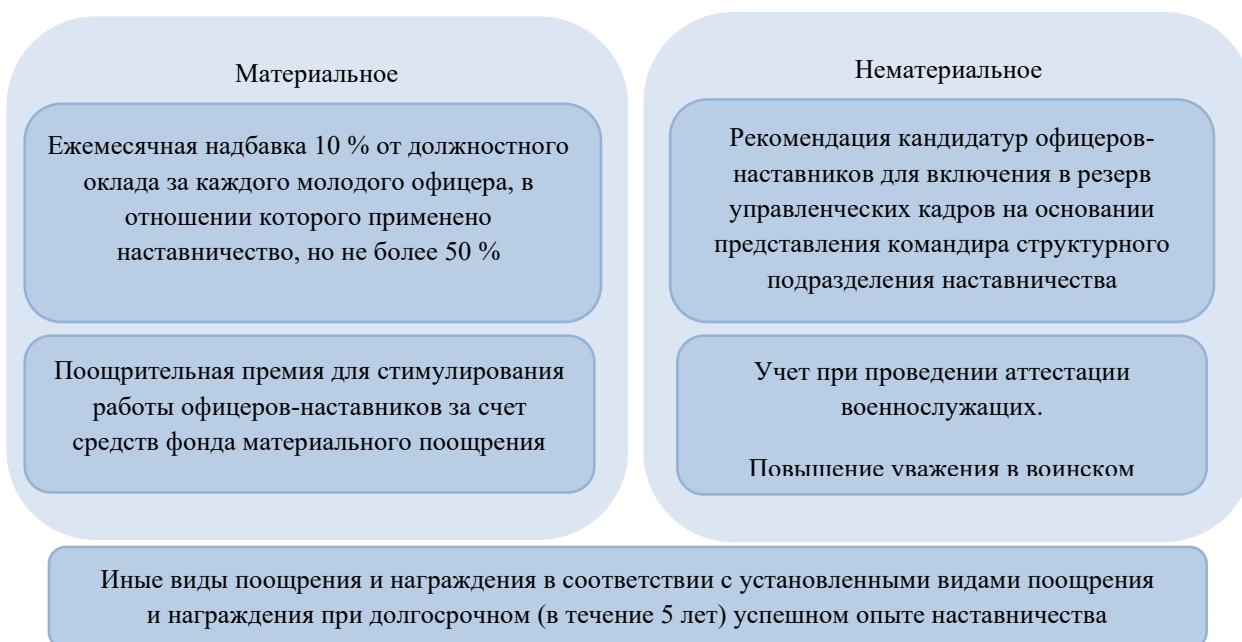


Рис. 1 – Варианты поощрения офицеров-наставников

Знаком отличия «Лучший наставник» награждаются офицеры-наставники за личные заслуги в наставничестве за личные заслуги на протяжении не менее 5 лет: в содействии молодым офицерам в их профессиональном становлении; в приобретении молодыми офицерами войскового опыта; в оказании постоянной и эффективной помощи молодым офицерам в совершенствовании форм и методов работы; в проведении действенной работы по воспитанию

молодых офицеров, повышению их уровня профессиональной подготовленности и боевой готовности подразделений под их командованием.

Требовательность командира. С первых дней прибытия в воинскую часть молодой офицер должен почувствовать и осознать, что командир, офицерский коллектив не безразличны к его поведению, что здесь забота о личной примерности каждого является общей заботой.

Основные задачи должностных лиц воинской части по работе с молодыми офицерами

Командир воинской части	определяет общие направления работы, организует воспитание, контролирует выполнение поставленных задач; лично проводит мероприятия (лекции, информирование, занятия по профессионально-должностной подготовке, подведение итогов боевой подготовки); регулярно заслушивает на совещаниях командиров подразделений, офицеров-наставников, своих заместителей и принимает при необходимости соответствующие меры в целях корректировки процесса адаптации молодых офицеров к условиям военной службы; главное внимание уделяет индивидуальной работе с молодыми офицерами, обучению их в ходе повседневной деятельности непосредственно в подразделении; ежемесячно совместно с офицерами штаба работает в одном из подразделений, вникает в вопросы быта. Досуга, отдыха молодых офицеров, наблюдает за результатами профессионального становления, анализирует, оценивает, обосновывает их служебные перспективы; при подведении итогов особое внимание обращает на обобщение положительного опыта обучения и воспитания личного состава, намечает меры по его внедрению в других подразделениях и устранению недостатков
Начальник штаба воинской части	планирует работу по вводу в строй молодых офицеров, совместно с командиром организует их обучение и воспитание, осуществляет контроль за профессиональным становлением; лично организует и проводит занятия по изучению руководящих документов, показательные и инструкторско-методические занятия по организации службы войск и безопасности военной службы; готовит приказы о зачислении выпускников военных вузов в списки воинской части и постановке на все виды довольствия, о вступлении в должность; веден индивидуальную воспитательную работу; обучает молодых офицеров в процессе служебной деятельности; докладывает по команде о количестве прибывших выпускников вузов, организации ввода их в строй, результатах профессионального становления, своих выводах о перспективах служебного роста; организует работу в отношении выпускников, не прибывших своевременно в воинскую часть
Заместитель командира воинской части по ВПР	ведет постоянную, целенаправленную индивидуальную воспитательную работу с молодыми офицерами, в ходе которой выясняет пожелания, трудности и проблемы, их волнующие, интересуются, как они совершенствуют свои знания, навыки и умения воспитательной работы, определяет, в какой конкретной помощи они нуждаются, и принимает меры для решения неотложных вопросов и устранения недостатков; непосредственно на месте инструктирует их и помогает в обучении и организации работы актива подразделения. Особое внимание уделяет тем молодым офицерам, становление которых проходит наиболее сложно; учит молодых офицеров планированию и методике воспитательной работы, проводит показательные и инструкторско-методические занятия, информирование, беседы. При этом рассказывает и показывает весь процесс боевой подготовки и проведения занятий, мероприятий воспитательной работы, объясняет, как правильно подобрать факты из жизни подразделения, учесть индивидуальные психологические особенности подчиненных для достижения целей воспитательной работы. Затем проверяет, насколько был доходчив рассказ и показ, как молодой офицер усвоил предлагаемую методику, как это сказалось на его воспитательной работе с подчиненными; докладывает по команде об организации воспитательной работы с молодыми офицерами, о результатах ввода в строй и профессионального становления, свои выводы и перспективах служебного роста
Заместитель командира воинской части по вооружению АБТ	принимает участие в организации и проведении мероприятий по подготовке молодых офицеров к вступлению в должность, допуску к самостоятельной работе в ВВСТ; организует и проводит занятия по технической подготовке, показательные и инструкторско-методические занятия по применению ВВСТ, соблюдению мер безопасности, организации парковой службы; обучает молодых офицеров в процессе повседневной служебной деятельности, докладывает по команде о своих наблюдениях, результатах профессионального становления, выводах о служебно-должностном предназначении
Помощник командира воинской части по ФЭД	совместно с непосредственным командиром организует работу по подготовке к прибытию молодых офицеров, оформляет соответствующие заявки на выделение денежных средств для выплаты молодым офицерам и членам их семей подъемного пособия, беспроцентных денежных ссуд и др. выплат;

	по прибытии молодых офицеров доводит до них требования руководящих документов, порядок оформления и сроки подачи необходимых рапортов и др. справочных данных для получения ими выплат; организует и своевременно осуществляет все положенные молодым офицерам выплаты; ведет индивидуальную воспитательную работу
Помощник командира воинской части по правовой работе	совместно с командиром организует и проводит работу по юридическому обучению молодых офицеров; организует и проводит консультации по юридическим вопросам для молодых офицеров и членов их семей; ведет индивидуальную воспитательную работу
Непосредственный командир (начальник)	совместно с заместителем по ВПР и закрепленным приказом офицером-наставником должен: вникать в вопросы реализации молодыми офицерами их планов профессионального становления; оказывать конкретную помощь в освоении обязанностей, организации работы с подчиненными (в ходе повседневной служебной деятельности и регулярного личного общения обучать методике проведения занятий по боевой подготовке, регламентных работ на ВВСТ, практике подведения итогов боевой подготовке в подразделении, постановке задач, организации индивидуальной воспитательной работы); вовлекать молодого офицера в общественную жизнь воинской части и подразделения (давать поручения, индивидуальные задания, помогать в проведении воспитательных мероприятий с личным составом); постоянно интересоваться условиями быта и досуга, изучать настроения и нужды, вести индивидуальную воспитательную работу, обращая особое внимание на молодых офицеров, становление которых проходит наиболее сложно (выяснять причины трудностей и срывов, вырабатывать предложения по устранению недостатков и участвовать в этой работе); ежемесячно докладывать командиру воинской части и его заместителям о своих выводах, сделанных из бесед с молодыми офицерами, результатах их становления в должности, поведении на службе и вне ее, проблемах и настроениях, складывающихся отношениях в коллективе

Свою роль в воспитательной работе с молодыми офицерами играют общественным организации воинской части – офицерские собрания, советы молодых офицеров и советы командиров, суды чести офицеров, женсоветы.

Офицерское собрание организуется с целью досуга молодых офицеров как орган офицерской общественности, коллективный организатор воспитания, способствует становлению и утверждению в должности. Мнение Офицерского собрания, его воздействие на выполнение молодыми офицерами служебных обязанностей, личную примерность, поведение вне службы имеют не меньшее значение, а порой и большее значение, чем воспитательная работа непосредственных командиров и начальников.

Главное, что должно характеризовать отношение командира к молодому офицеру – сочетание высокой требовательности с доверием и уважением к нему. Командир не должен действовать только по принципу: «Я сказал, так и будет», «Я приказываю – остальным исполнять». Лучше, если командир выслушает мнение подчиненных, спокойно, убедительно выскажет свое отношение к нему, а предвзятому,

ошибочному – противопоставит свое, всестороннее обоснованное решение.

Индивидуальная воспитательная работа с каждым молодым офицером даст возможность командиру изучить его характер, взгляды, интересы, способности, сильные и слабые стороны, отношение к профессии и товарищам по службе, узнать обладает ли он волей и решительностью, умением доводить начатое до конца.

При этом командир обязан учитывать и то, что современным выпускникам, приходящим в войска, как правило, не довелось встречать на своем жизненном пути серьезных испытаний. Столкнувшись с тяготами и лишениями военной службы, с необходимостью беспрекословного подчинения строгому уставному порядку, отдельные молодые офицеры не сразу привыкают к ритму военной жизни, ее укладу. От командира-воспитателя требуется педагогический такт, умение найти подход к человеку, оказавшемуся в новых, необычных для него условиях.

Хорошо, когда молодые офицеры с увлечением изучают ВВСТ, с воодушевлением работают с подчиненными, таких офицеров-

профессионалов нельзя не оценить. Но есть и другие: не изучают руководящие документы, не хотят брать ответственность, не любят работать с людьми. Старшие начальники иногда снисходительно относятся к недостаткам в работе молодых офицеров и не требуют качественного выполнения поставленных задач, так как сами не соответствуют им.

Следует понять, что сейчас остро встает перед командирами вопрос овладения основами военной педагогики и психологии, научной методикой учебно-воспитательной работы. Только при этом условии командир сумеет выбрать наиболее рациональные формы и методы воздействия на молодых офицеров, найти путь к их сердцам, проникнуть в их внутренний мир и умело мобилизовать волю и энергию воинского коллектива на успешное выполнение поставленных задач.

По прибытию в воинское подразделение к своему командиру молодой офицер зачастую про себя рассуждает: «А что ты за человек такой, чтобы я безоговорочно подчинился тебе, верил каждому твоему слову?»

Командир – единоначальник. В соответствии с Уставом внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации: «Единоначалие заключается в наделении командира (начальника) всей полнотой распорядительной власти по отношению к подчиненным и возложении на него персональной ответственности перед государством за все стороны жизни и деятельности воинской части, подразделения и каждого военнослужащего.

Командир (начальник) должен быть для подчиненного примером тактичности, выдержанности и не должен допускать фамильярности и предвзятости по отношению к нему. За действия, унижающие честь и достоинство подчиненного, начальник несет ответственность» [3]. В соответствии с занимаемой должностью им предоставлено право отдавать приказы и распоряжения, объявлять поощрения и при необходимости накладывать взыскания.

Власть и авторитет командира базируются прежде всего на справедливой уставной требовательности, готовности делить с подчиненными успехи и неудачи, переносить тяготы военной службы, на

близости к людям, органичной потребности в общении с ними.

Часто молодые офицеры задают вопрос: «От чего зависит авторитет командира?» Вместе с приказом о назначении на должность он не выдается. Он завоевывается в повседневной деятельности. Особенно нетерпимы грубость, сквернословие, унижение достоинства военнослужащих, что допускается некоторой частью мало воспитанных командиров. Каждое противозаконное действие со стороны командира вызывает у подчиненных внутренний протест, травмирует и угнетает людей, ослабляет их веру в авторитет своего начальника.

Молодой офицер должен чувствовать, что командир для него старший товарищ, способный понять, а в трудную минуту прийти на помощь.

В богатом педагогическом арсенале средств воспитательного воздействия командира на подчиненных самым эффективным является личный пример. Не зря говорится: слово зовет, а пример ведет.

Учить, а не поучать – главный метод работы командира. А такой метод предполагает высокую профессиональную подготовку командира, его умение обучать по известному принципу «Делай, как я!»

Анализ результатов, полученных по итогам оценки показателей уровня профессиональной подготовленности специалистов пожарной безопасности, выпускников Военного-института (инженерно-технического), обучающихся по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» (табл. 2), показал достаточно высокую эффективность предложенных рекомендаций по совершенствованию профессионального становления молодых офицеров.

Итоги первого первых 3-х месяцев прохождения эксперимента свидетельствовали о том, что частные показатели выполнения служебных обязанностей молодыми офицерами улучшились по сравнению с результатами, зафиксированными перед началом военной службы. При этом в контрольной группе данные показатели не имеют достоверных различий ($p > 0,05$), в то время как в экспериментальной группе выявлены достоверные различия не только с исходными собственными результатами, но и с итоговыми результатами контрольной групп ($p > 0,05$).

Таблица 2

Показатели (баллы) уровня профессиональной подготовленности молодых офицеров (специалистов пожарной безопасности) экспериментальной и контрольной групп после 3 месяцев педагогического эксперимента ($\bar{X} \pm m$)

Показатели уровня профессиональной подготовленности	Группа	До	После	Δ до/после	Δ ЭГ/КГ после
Проявление универсальных компетенций (в соответствии с требованиями ФГОС ВО)	ЭГ	75,3±1,5	85,5±1.8	10,3*	7,1
	КГ	75,6±1,3	78,4±0.9	2,8	
Выполнение служебных обязанностей (в соответствии с требованиями УВС ВС РФ)	ЭГ	76,4±1,1	85,1±1.2	9,7*	6,3
	КГ	76,4±1,3	78,8±1.1	2,4	
Выполнение служебных обязанностей (в соответствии с требованиями УВС ВС РФ)	ЭГ	75,5±1,2	85,3±0.8	9,8*	7,1
	КГ	75,3±1,3	78,2±1.5	2,9	
Личные качества (в соответствии с требованиями к руководителю подразделения)	ЭГ	75,6±1,2	84,7±1.4	9,1*	6,3
	КГ	75,6±1,3	78,4±0.9	2,8	

Примечание: при $p \leq 0,05$

Вывод. Таким образом реализация разработанных рекомендаций по совершенствованию профессионального становления молодых офицеров в частях и подразделениях Вооруженных Сил Российской

Федерации позволит сократить сроки профессионального становления и повысить уровень профессиональной подготовленности молодых офицеров, что доказано анализом данным проведенного эксперимента в [4].

Список литературы:

1. Салькова Д.В. Теоретические основы моделирования профессионального становления молодых офицеров. Сборник научных статей адъюнктов. – СПб.: ВАС, 2024. – Инв. № 11271. – С. 242-241.
2. Салькова Д.В. Анализ современного состояния профессионального становления молодых офицеров в воинских частях и подразделениях Вооруженных Сил Российской Федерации. Сборник научных статей адъюнктов. – СПб.: ВАС, 2024. – Инв. № 11271. – С.234-241.
3. Указ Президента Российской Федерации от 10 ноября 2007 года № 1495 «Устав внутренней службы Вооруженных Сил Российской Федерации».
4. Отчет о научно-исследовательской работе «Методика оценки уровня профессиональной подготовленности молодых офицеров» (Шифр «Адаптация-И-22») – СПб.: ВИ (ИТ), 2022.

Адаптация методики подготовки специалистов войск связи с учетом опыта современных вооруженных конфликтов**Adaptation of the methodology for training signal troops specialists taking into account the experience of modern armed conflicts**

Аннотация. В статье рассматриваются направления адаптации к требованиям современных вооруженных конфликтов методики подготовки специалистов войск связи в Военной академии связи. Обоснована целесообразность внедрения модульной структуры подготовки курсантов по должностному предназначению. Показана эффективность проведения учебных занятий в условиях максимально приближенных к современной боевой обстановке. Сформулированы требования к развитию учебно-материальной базы образовательного процесса военного вуза.

Abstract. This article examines ways to adapt the training methods for signal corps specialists at the Military Academy of Communications to the demands of modern armed conflicts. The feasibility of implementing a modular structure for cadet training based on job descriptions is substantiated. The effectiveness of conducting training sessions in conditions as close as possible to a modern combat situation is demonstrated. Requirements for the development of the educational resources and facilities for the military academy's educational process are formulated.

Ключевые слова: войска связи, подготовка военных специалистов, современные вооруженные конфликты.

Keywords: signal troops, training of military specialists, modern armed conflicts.

Боевой опыт участия Вооруженных Сил Российской Федерации (далее – ВС РФ) в современных вооруженных конфликтах показывает, что в настоящее время традиционные схемы построения систем связи, разработанные для классических форм фронтовых операций, уже не соответствуют требованиям современного боя. Стремительное развитие высокоточного оружия, средств разведки, радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ) и информационных технологий привело к пересмотру способов применения войск связи и требований к системам боевого управления ими [3, с. 88]. Современный специалист войск связи должен быть готов к действиям в условиях радиоэлектронного противоборства, деградации сетей связи, активного применения противником беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) и киберугроз. Он должен быть способным интегрировать военные системы и системы двойного назначения, использовать БПЛА для разведки, ретрансляции и радиоразведки, обеспечивать устойчивость систем управления войсками, то есть сочетать фундаментальную инженерную подготовку,

гибкость мышления и сформированные системой военного образования военно-профессиональные навыки.

Традиционная отечественная модель подготовки специалистов войск связи, ориентированная на стабильное развитие Вооруженных Сил, предназначенных для ведения конвенциональных военных действий, оказывается неадекватной требованиям современных вооруженных конфликтов. Возникает противоречие между ожиданиями войск от офицеров-связистов универсальных навыков и узкоспециализированной подготовкой, которая дается им в военных вузах связи. Описанная проблема определяет необходимость адаптации методики подготовки специалистов войск связи в ведущем военном вузе связи Министерства обороны Российской Федерации – Военной академии связи (далее – ВАС или академия).

Теоретической основой работы по адаптации методики подготовки специалистов войск связи в ВАС послужили современные концепции развития высшего военного образования, компетентностный подход в образовании, а также теория организации

профессиональной подготовки военных специалистов, изложенные в работах таких российских ученых как И.И. Белоус, П.А. Горьков, М.С. Дикунцова, О.А. Морозова, А.Н. Печников, А.М. Смирнов, О.И. Соколова и др. [1-5].

Целью практической деятельности руководства Военной академии связи по адаптации методики подготовки специалистов войск в Военной академии связи является формирование у курсантов и слушателей академии практических навыков, востребованных в современных условиях боевого применения войск связи. Образовательная модель ВАС выстроена вокруг оперативного внедрения опыта специальной военной операции (далее – СВО) в процесс подготовки будущих специалистов войск связи. В академии организован регулярный сбор аналитической информации от офицеров, пребывавших в зоне СВО, а также от курсантов и слушателей, направлявшихся на практику или стажировку в действующие воинские части. Создана система обобщения, анализа и внедрения боевого опыта в целях оперативной корректировки образовательного процесса. Организована постоянная работа по корректировке рабочих программ учебных дисциплин, тематических планов и учебно-методических материалов по всем военно-профессиональным дисциплинам. Более 3000 документов планирования образовательной деятельности и учебно-методических материалов откорректировано и переработано с учётом боевого опыта. Часть из них связана с внедрением опыта радиоэлектронной защиты узлов связи, другая – с обновлением содержания по военно-профессиональным, гуманитарным и социально-экономическим дисциплинам.

С целью определения перспективных задач и текущих направлений адаптации образовательной и методической деятельности академии к требованиям современных вооруженных конфликтов создан учебно-методический совет академии, основной задачей которого является координация действий профессорско-преподавательского состава по распространению, внедрению и реализации в образовательном процессе боевого опыта и передового опыта подготовки войск связи.

Адаптация методики подготовки специалистов войск связи к требованиям

современных вооруженных конфликтов потребовала внедрения в образовательный процесс академии, наряду с классическими образовательными технологиями, также модульных, проблемно-деятельностных технологий и технологий программированного обучения.

В образовательный процесс ВАС внедрены педагогические элементы, максимально приближенные к условиям современной боевой обстановки. Например, во время практических занятий, в том числе тактико-специальных учений, отрабатываются ситуации, при которых узлы связи требуется экстренно перемещать в пределах полигона, свёртывая и заново развертывая их в укрытых позициях (в подвалах, блиндажах либо специально построенных фортификационных сооружениях). При этом обязательным условием выполнения будущими офицерами-связистами практических заданий является обеспечение скрытности, маскировки, охраны и защиты радиоизлучающих средств от разведки противника. Более активно в ходе практических занятий в ВАС отрабатывается применение войсками БПЛА, задействуемых как в разведывательных действиях, так и для организации ретрансляционных пунктов в труднодоступной местности. Группой офицеров ВАС, получивших практику в зоне боевых действий, разработана серия учебных модулей по обнаружению и подавлению сигналов управления беспилотными системами, блокированию потенциально опасных радиочастотных каналов и защите радиоаппаратуры в условиях помехового воздействия. На основе указаний Главного управления связи ВС РФ в академии созданы и успешно опробованы методические рекомендации по защите линейных команд, команд по развертыванию транспортной сети связи и отделений ретрансляции от БПЛА и борьбе с ними, выработаны требования к помехозащищённым системам управления наземных робототехнических комплексов и типовым изделиям, позволяющим подавлять каналы управления БПЛА противника.

Учитывая растущую потребность войск связи в квалифицированных кадрах, академия продолжила практику ускоренной подготовки выпускных курсов. С 2024 г. было организовано интенсивное освоение курсантами и слушателями ВАС образовательных программ, совмещенное с дополнительной подготовкой по

должностному предназначению с учетом опыта проведения СВО. Подобный формат обучения позволил в короткий срок довести до курсантов и слушателей применяемые формы и способы ведения боевых действий и организации связи, получить практику в нестандартном применении современных средств связи, в том числе двойного назначения, которые применялись непосредственно в зоне боевых действий. Ключевыми темами стали развертывание и настройка аппаратных, использование станций спутниковой связи, организация

радиосвязи в режиме псевдослучайной перестройки рабочей частоты, применение аппаратуры беспроводного широкополосного доступа, комплексов видеонаблюдения. Отрабатывались вопросы монтажа и демонтажа линий связи в сжатые сроки, сопряжения различных поколений и стандартов устройств, а также формирование навыков командирской работы по управлению подразделениями связи. Выпускники академии, прошедшие дополнительную подготовку, демонстрируют уверенное владение навыками эксплуатации военной техники.

I курс	1 семестр	Дисциплины обязательной части, практики		Дисциплины вариативной части	Этапы подготовки	Профессиональные компетенции	
	2 семестр	Модуль «Универсальный»: История, Философия, Иностранный язык, Правоведение, Физическая подготовка, Культурология, Социология	Модуль «Общепрофессиональный»: Высшая математика, Теория вероятностей и математическая статистика, Физика, Информатика,, Метрология, стандартизация и сертификация	Модуль «Базовая индивидуальная подготовка специалиста связи» Междисциплинарные курсы			Комплексное практическое занятие
II курс	3 семестр			Модуль «Связь в подразделениях и воинских частях» Междисциплинарные курсы	ТСЗ: Обеспечение связи мсб в бою ТСЗ: Обеспечение связи мсп в бою		
	4 семестр						
III курс	5 семестр			Модуль «Специализации»: Дисциплины специализации выпускающих кафедр по военным специальностям	Модуль «Применение подразделений связи (управления) мсб» Междисциплинарные курсы	Войсковая стажировка ТСЗ: Обеспечение связи мсб в бою	II этап Подготовка начальника связи мсб, мсп (командира подразделения связи)
	6 семестр	Модуль «Применение подразделений связи (управления) брв А» Междисциплинарные курсы	ТСУ: Боевое применение подразделений связи				
IV курс	7 семестр	Производственная преддипломная практика	Войсковая стажировка		III этап Подготовка командира подразделения связи соединения, бригады управления объединения	Способен организовать подготовку боевого применения подразделений связи (управления) и управление ими при выполнении задач по предназначению	
	8 семестр						ТСЗ: Обеспечение связи мсб в бою
V курс	9 семестр			Войсковая стажировка	IV этап Подготовка по должностному предназначению		
	10 семестр						
Государственная итоговая аттестация							

Рисунок 1. Изменение структуры подготовки специалиста войск связи с учетом опыта СВО

Значимым элементом адаптации методики подготовки специалистов войск к требованиям современных вооруженных конфликтов стала внедренная в ВАС структура модульной подготовки курсантов по должностному предназначению, заменившая ранее существовавшую в академии цикловую структуру образовательных программ (рисунок).

Как показал практический опыт, при цикловой структуре образовательных программ учебные дисциплины были обособлены и имели слабую взаимосвязь между собой. Для корректировки образовательных программ требовалось

постоянно направлять в центральный орган военного управления – в Главное управление связи предложения по внесению изменений и дополнений в квалификационные требования, даже в случаях внесения незначительных изменений, касающихся отдельных учебных дисциплин, что влекло за собой снижение гибкости образовательных программ.

В настоящее время подготовка курсантов академии осуществляется в ВАС в четыре этапа:

– первый этап – базовая индивидуальная подготовка специалиста

войск связи во 2-м, 3-м и 4-м семестрах обучения, завершающаяся комплексным практическим занятием и экзаменом, по итогам которого курсанты должны продемонстрировать навыки специалиста связи, а также способность работать на портативных и носимых средствах связи тактического звена управления;

– второй этап – подготовка начальника связи мотострелкового батальона и полка осуществляется в 5-м и 6-м семестрах обучения, при этом каждый семестр завершается тактико-специальным занятием, а в 6-м семестре по завершению модуля спланирован комплексный экзамен, призванный проверить способность курсантов работать на аппаратных комплексах связи батальонного и полкового звеньев управления;

– третий этап – подготовка командира подразделения связи соединения, бригады управления объединения спланирована в 7-м и 8-м семестрах обучения и завершается проведением тактико-специального занятием и комплексным экзаменом, проверяющим способности курсантов выполнять функции командира подразделения связи соединения, а также работать на средствах связи тактического звена управления;

– четвертый этап – подготовка по должностному предназначению, состоящая из вариативной и обязательной частей и включающая в себя соответствующие модули подготовки в 9-м и 10-м семестрах обучения, завершающиеся тактико-специальным учением, комплексным экзаменом и восковой стажировкой.

Реализация в академии модульного принципа обучения позволяет оперативно вносить необходимые корректировки в программу подготовки военного специалиста связи по модулям в части, касающейся конкретных образцов средств и комплексов связи полевой и стационарной компоненты, а также новых способов и приемов организации и обеспечения связи. Особенностью нового учебного плана военного специалиста связи в ВАС является гибкость образовательной программы, позволяющая адаптировать образовательную деятельность к новым требованиям ведения боевых действий.

Для обучения специалиста войск связи с учетом опыта современных вооруженных

конфликтов требуется совершенствование учебно-материальной базы академии. В настоящее время учебно-материальная база ВАС позволяет осуществлять подготовку слушателей и курсантов для выполнения задач по должностному предназначению основываясь на современном боевом опыте подразделений войск связи, принимающих участие в СВО. Классная учебно-материальная база академии размещена на территории четырех военных городков и включает в себя: 2 учебных корпуса, 119 специализированных классов (лабораторий), 5 классов с ПЭВМ, 23 класса с техническими средствами обучения и контроля, 83 класса для проведения самостоятельной работы, а также научно-исследовательскую лабораторию «Обобщения опыта боевых действий, оперативной, боевой подготовки и проведения военно-исторических исследований». Только в 2025 г. с учетом опыта СВО в академии были созданы 12 учебных классов, в том числе класс межвидовой системы информационного обмена, классы радиостанций тактического звена управления (Р-187П-1 «Азарт») и радиостанций двойного назначения, класс подготовки специалистов по эксплуатации многоканальных телекоммуникационных систем, класс тактической медицины с электронными тренажерами, перевязочными материалами и средствами эвакуации раненых, классы эксплуатации и противодействия БПЛА. С учетом боевого опыта СВО дооборудованы (модернизированы) 6 учебных классов, в том числе класс по эксплуатации транспортных сетей связи, класс многоканальных телекоммуникационных систем (в части планирования, развертывания, мониторинга и обеспечения функционирования транспортных сетей связи по опыту СВО), класс для проведения занятий по эксплуатации волоконно-оптических линий связи, класс подготовки специалистов военных комендатур связи, класс подготовки специалистов по защите информации в компьютерных сетях «Киберполигон». Всего только за 2024-2025 гг. различные подразделения академии получили в фонд учебно-материальной базы свыше 200 новых образцов техники связи: от телефонных аппаратов и квадрокоптеров до комплексных мобильных аппаратных связи. Параллельно были обновлены

программные комплексы, что дало возможность увеличить спектр задач, решаемых в ходе командно-штабных тренировок, включая моделирование защищённой видеоконференцсвязи, передачу оперативных данных по зашифрованным каналам и использование редактора оперативной обстановки «Рокада». Такой подход к обучению, когда курсанты и слушатели регулярно соприкасаются с новейшим оборудованием и программным обеспечением, существенно повышает уровень их готовности к реальным вызовам военной службы.

В целях совершенствования методики подготовки военных специалистов связи, повышения эффективности и качества проведения всех видов учебных занятий в академии проводятся учебно-методические сборы, где подводятся итоги работы за прошедший учебный год, вырабатываются единые подходы к организации и ведению образовательной деятельности, даются указания на реализацию в образовательном процессе новых требований руководящих документов, опыта войск и опыта СВО. Для рассмотрения конкретных вопросов методики проведения тактико-специальных учений, командно-штабных военных игр, комплексных учебных занятий, обеспечения взаимосвязи различных дисциплин в академии проводятся методические совещания и инструкторско-методические занятия. Для совершенствования

методик преподавания различных дисциплин (модулей), обмена опытом педагогической деятельности проводились показательные и открытые занятия.

В заключении отметим, что по отзывам из войск на выпускников академии, занявших должности в воинских частях, методика подготовки специалистов войск связи в Военной академии связи в настоящее время полностью соответствует требованиям, предъявляемым к офицерам связи в современных вооруженных конфликтах. Выпускники академии демонстрируют способность быстро адаптироваться к обстановке, грамотно выстраивать систему связи и взаимодействия, использовать резервные каналы и передовые технологии.

Направлениями дальнейшего развития системы подготовки специалистов войск связи в Военной академии связи является развитие технопарков и экспериментальных полигонов, совершенствование системы мониторинга боевых действий, расширение исследований в сфере квантовых коммуникаций и устойчивых беспроводных сетей связи, а также внедрение в учебный процесс новых образовательных технологий, включая онлайн-платформы, виртуальные тренажёры и симуляторы тактической обстановки, что позволит ещё больше приблизить процесс обучения к вызовам современных вооруженных конфликтов.

Список литературы:

1. Белоус О.И., Гупалов М.М., Смирнов А.М. Система управления образовательным процессом при подготовке специалистов в высшем военном учебном заведении // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 11(129). – С. 48-56.
2. Горьков П.А., Дикунова М.С. Алгоритм оценки компетентностной модели выпускников военных вузов // Военно-правовые и гуманитарные науки Сибири. – 2025. – № 3. – С. 190-199.
3. Костарев С.В., Воробьев И.Г. Практические выводы из опыта организации и обеспечения связи в современных вооруженных конфликтах // Военная мысль. – 2022. – № 1. – С. 86-96.
4. Морозова О.А., Печников А.Н. Анализ проблемы методологических подходов к исследованию процессов адаптации военнослужащих // Актуальные проблемы военн-научных исследований. – 2023. – № 1(25). – С. 265-272.
5. Соколова И.И. Педагогические требования к процессу обучения в информационно-образовательной среде военно-инженерного вуза // Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы VIII межвузовской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: Изд-во Военной академии связи, 2021. С. 15-26.

Использование военно-патриотического образовательно-воспитательного потенциала художественной литературы при обучении иностранных слушателей РКИ**The use of military-patriotic educational potential of fiction in the training of foreign students in the Russian language**

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования военной лирики С.Н. Толстого в процессе обучения на занятиях по русскому языку как иностранному в военном вузе. Основное внимание уделяется работе с лексикой, а также со средствами выразительности, что способствует более глубокому освоению языковых и культурных аспектов. Статья подчеркивает значимость лингвокультурологического компонента для развития страноведческой компетенции у иностранных курсантов. Отмечается важность реализации задач патриотического воспитания. Представлены задания по анализу некоторых сонетов из стихотворного цикла С.Н. Толстого «Рельефы войны».

Abstract. The article discusses the possibility of using military lyrics C.N. Tolstoy in the process of studying in classes in Russian as a foreign language in a military university. The main focus is on working with vocabulary, as well as with expressive means, which contributes to a deeper understanding of linguistic and cultural aspects. The article emphasizes the importance of the linguistic and cultural component for the development of the country-study competence of foreign cadets. The importance of implementing the tasks of patriotic education is noted. Tasks on the analysis of some sonnets from the poetic cycle C.N. Tolstoy's «Reliefs of war».

Ключевые слова: русский язык как иностранный, военная лирика, патриотическое воспитание, сравнительный анализ, лингвострановедческий комментарий, военный вуз.

Keywords: Russian as a foreign language, wartime lyrics, patriotic education, comparative analysis, linguistic commentary, military university.

Патриотическое воспитание курсантов в военном вузе играет важную роль в формировании гражданской позиции и ответственности перед Родиной. Несомненно, что в любом учебном заведении страны такая направленность работы оправдана, потому что «система образования – базис национальной культуры, служащий залогом нравственного здоровья нации» [2, 10].

Говоря о патриотизме в литературе и патриотическом воспитании, нельзя забывать о традициях национальной культуры, в которой любовь к родине — это глубокое и многогранное явление. Он выражается не только в прямых призывах к любви своей Родины, но и в более тонких проявлениях: это и связь с национальной культурой, природой, историей и духовностью народа, осмысление места России в мире. Пейзажная лирика Лермонтова, Тютчева или картины природы Тургенева — это ещё и исповедь любви к родной земле, где каждый уголок

наполнен смыслом и красотой. Наконец, патриотизм в русской литературе может проявляться и как стремление защитить высшие моральные ценности: правду, справедливость, милосердие, а, значит, необходимо критиковать социальное неравенство, произвол власти, несправедливость во имя верности незыблемым духовным ценностям.

«Занятия по русскому языку с аутентичными текстами способствуют не только развитию языковых навыков, но и духовному воспитанию курсантов, укреплению военно-патриотической составляющей образования будущих офицеров», — отмечают исследователи А.С. Степанова и К.А. Ульяшина [5]. На занятиях по русскому языку мы предлагаем приобщать иностранных курсантов к ценностям русской культуры и воспитывать их нравственные качества не на примере хрестоматийных текстов и классических имён, а на малоизвестном материале. Одним из таких является имя Сергея Николаевича

Толстого (1908-1977). Дальний родственник знаменитого Льва Николаевича Толстого, он долгое время оставался в тени, занимаясь художественными переводами с французского и английского языка. Собственное его творчество было известно немногим, и лишь недавно было опубликовано. Стихотворения и поэмы Толстой писал начиная с 1930-х годов вплоть до конца 1960-х. Особое место в его поэтическом творчестве занимает лирика военных лет. Героика и патриотичность военной лирики Толстого искренняя, хотя и у поэта был свой неоплаченный счёт по отношению к советской власти. Но общая беда войны сплотила народ и примирила разногласия. Наше внимание в этой статье будет посвящено циклу сонетов Толстого «Рельефы войны». Во время Великой Отечественной войны С.Н. Толстой служил в войсках противовоздушной обороны, находясь в Подмоскovie и в Москве.

Поэзии военных лет отведена важная роль мобилизации душевных сил как бойцов, так и находящихся в тылу. Перо во время Великой Отечественной было приравнено к штыку, и каждый осознавал ответственность своего труда для общего дела победы. Поэты-фронтовики, оставшиеся в памяти народа, создавали искреннюю, героическую и торжественную лирику. Многие стихотворения были положены на музыку и стали народными песнями. К.Симонов, М.Исаковский, А.Сурков, Ю.Друнина, А. Твардовский, С.Гудзенко и многие другие поэты получили заслуженное признание сразу. Не так обстоит дело с лирикой С.Н. Толстого. Цикл из 15-и сонетов «Рельефы войны» создавался С.Н. Толстым во время Великой Отечественной войны – в 1942-1943 года. Писался он без надежды на публикацию, и только после смерти поэта впервые был опубликован в журнале «Наш современник» за 1995, посвящённом 50-летию Победы [6].

Развитие мотивации является одним из преимуществ использования аутентичного текста на занятиях по РКИ, т.к. именно мотивация является одним из важнейших факторов успешности обучения, его «запусчным механизмом», по определению И.А. Зимней [1]. Служить реализации этих целей может использование на занятиях текстов стихотворений военных лет. В данной

статье мы рассмотрим дидактический комплекс упражнений на материале военной лирики С.Н. Толстого.

Алгоритм работы строится по тому же плану, что и работа с любым другим учебным текстом. Работа включает в себя предтекстовую стадию (введение лексики, грамматическую и лексическую работу), аудирование и послетекстовую стадию [3]. На занятиях по РКИ в иностранной аудитории можно использовать такие задания по текстам данного цикла, которые помогают выявить переносные (метафорические) значения слов. Проиллюстрируем это на примере 9-ого сонета («Можайское шоссе»), в котором поэт обращается к истории 1812 года. Предтекстовое задание.

Лингвострановедческий комментарий: «Что вы знаете об этих фактах и именах: Отечественная война 1812 года, Кутузов, Барклай де Толли, Наполеон, Мюрат»? Послетекстовые задания: «Прочитайте сонет «Можайское шоссе», найдите и выпишите образные выражения, эпитеты, метафоры, которые связаны с понятиями войны и времени». «Как приём анафоры (слово «опять» в начале стиха) помогает понять мысль автора?» Выполняя данное задание, курсанты приходят к выводу о том, что русская земля непобедима, враг будет посрамлён и сломлен.

Сравнительный анализ с культурными кодами родного языка курсантов можно провести на материале 15-го сонета «Рельефы войны» под названием «Салют» (последнего в этом цикле). В нём образ Пушкина является контрапунктом теме военных невзгод и лишений. «Идёт наша армия, армия света» по Карелии и Кавказу, по лесным и горным дорогам, а на московской площади Пушкин, сняв шляпу, радуется вместе со всем народом и салютует бессмертной строкой: «Да здравствует солнце! Да здравствует разум!» Голос русской культуры, славного исторического прошлого поддерживает и благословляет настоящее.

Предтекстовое задание включает в себя лингвострановедческий комментарий с использованием наглядного материала: изображения портрета Пушкина кисти О. Кипренского, фотографии московского памятника поэту скульптора А.М. Опекушина. «Элемент военно-

патриотического воспитания может быть интегрирован в занятия по РКИ при помощи литературных, изобразительных, музыкальных и кинематографических средств обучения. <...> В процессе обучения формируются смысловые, эмоциональные и когнитивные аспекты учащегося как новой языковой личности», – отмечает педагог Н.А. Опанасюк [4]. Далее следует беседа с курсантами о роли Пушкина в русской литературе и культуре. Послетекстовое задание: «Какие деятели науки, искусства и т.д. олицетворяют в вашей культуре добрую волю, свободу, славное прошлое?» Задание на понимание: «Почему именно Пушкин встречается и приветствует наших солдат, “армию света”»?

Обсуждение моральных ценностей, отраженных в лексических группах синонимов и антонимов, возможно на материале 11-го сонета («Овраг»). Предтекстовое задание: найти синонимический и антонимический ряды слов. (В стихотворении земляника и рождение нового стихотворения являются синонимами жизни, а хаос, разруха, дикий разгул синонимами смерти). Это задание углубляет знание русского языка и помогает формировать как языковую, так и межкультурную компетенцию.

Изображение ужаса войны, потерь и разрушений не просто даётся С.Н. Толстому, поэтому в черновиках есть 3 варианта сонета «В зоне пустыни» (все эти варианты под номерами опубликованы в издании 2018 года) [7]. На занятии можно взять 3-й вариант, в котором говорится о том, что ополченцы едут пять дней по дорогам, опалённым войной. На всём лежит зловещая печать войны: остов школы, одинокая печь «с трубою, как свеча / Оплывшая в извилах трещин», а в конце к воинам прибивается дрожащий пёс, весь в репьях и шрамах, который «льёт из сердца в сердце прямо / Двух глаз

вскипевшуюся боль». Предтекстовое задание может быть направлено на лексическую работу с трудными словами и фразами: свеча оплыла, репья, шрамы. Послетекстовая работа – это и разбор средств изобразительности («боль льёт из глаз» – метафора, «как свеча» – сравнение, «вскипевшаяся» – эпитет), и приём словесного рисования, в котором надо изобразить картину русской деревни, пейзаж после боёв.

Наконец, творческое задание в конце занятия: написать эссе на тему «Что помогает выстоять во время военных лишений?», используя изученные слова и средства выразительности, – позволяет обобщить полученные знания в области языка и культуры и сформировать ценностную патриотическую позицию.

Выводы.

Вывод 1. Занятия по русскому языку с поэтическими текстами способствуют не только развитию языковых навыков, но и патриотическому воспитанию курсантов, изучающих русский язык (РКИ). Работа с образностью русской речи, переносными значениями, а также с лингвострановедческими знаниями и метакультурными ассоциациями позволяет глубже погрузиться в контекст русской культуры.

Вывод 2. Лирика военных лет (времени Великой Отечественной войны) имеет мощный воспитательный потенциал для формирования патриотического мировоззрения курсантов. В данных текстах патриотизм искренен и подтверждён самой историей и биографией поэтов.

1. Вывод 3. Работа с образным словом поэтического цикла С.Н. Толстого «Рельефы войны» становится важным подспорьем для стратегий военно-патриотического воспитания, основанных на эмоциональном переживании патриотизма как сложного эмоционально-идеологического феномена.

Список литературы:

1. Зимняя И.А. Психологические аспекты обучения говорению на иностранном языке. – М.: Просвещение, 1985. – 160 с.
2. Косяков Г.В. Современные проблемы науки и образования. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2010. – 80 с.
3. Крюčkова Л.С. Практическая методика обучения русскому языку как иностранному: учеб. пособие. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2012. – 480 с.

4. Опанасюк Н.А. Эффективность наглядно-демонстративного метода при организации военно-патриотического воспитания на занятиях по РКИ // Русский язык: средство общения и учебная дисциплина: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург, 2024. – С. 34. – Электрон. копия доступна в науч. электрон. б-ке eLibrary. URL: <https://elibrary.ru/ffuzih> (дата обращения: 24.08.2025). – Доступ после регистрации.

5. Степанова А.С. Аутентичный текст как средство реализации задач патриотического воспитания курсантов на занятиях РКИ (на примере песни «Прощайте, скалистые горы») / А.С. Степанова, К.А. Ульяшина // Приоритетные направления повышения качества подготовки военных специалистов: материалы XII Всерос. науч.-метод. конф. – Омск, 2024. – С. 424. – Электрон. копия доступна в науч. электрон. б-ке eLibrary. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=75251761> (дата обращения: 24.08.2025). – Доступ после регистрации.

6. Толстой, С.Н. «Рельефы войны» // «Наш современник», №8, 1995, с.22-28.

7. Толстой, С.Н. «Рельефы войны» // Толстой, С.Н. Осуждённый жить. Автобиографическая повесть/ Сергей Толстой; [сост., статьи, коммент. Н.И. Толстой]. – М.: Вече, 2018. С. 417-420.

Потенциал применения функциональных стилей речи в системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей в военных вузах**The potential of using functional speech styles in the system of retraining and advanced training of foreign students in military universities**

Аннотация. В статье рассматриваются функциональные стили речи русского языка, применяемые в системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей в российских военных вузах. Указываются целевые установки обучения данной категории обучающихся, рассмотрен потенциал применения функциональных стилей речи в образовательном процессе и предполагаемый результат в обученности слушателей.

Abstract. The article examines the functional speech styles of the Russian language used in the system of retraining and advanced training of foreign students in Russian military universities. The objectives of teaching this category of students are indicated, the potential of using functional speech styles in the educational process and the expected result in the training of listeners are considered.

Ключевые слова: потенциал, функциональные стили речи, иностранные слушатели, система переподготовки и повышения квалификации в российских военных вузах.

Keywords: potential, functional speech styles, foreign listeners, the system of retraining and advanced training in Russian military universities.

Потенциал применения функциональных стилей речи в системе переподготовки военных кадров – это прямой мультипликатор эффективности управленческой и командной деятельности. Инвестируя в развитие речевой культуры офицера, военные вузы инвестируют: в качество управления (меньше ошибок из-за недопонимания); в скорость принятия и доведения решений; в морально-психологическое состояние личного состава; в общий профессиональный престиж Вооруженных Сил. Владение стилевым богатством речи – это не просто «общеобразовательный» навык, а ключевая профессиональная компетенция современного военного руководителя, которая должна целенаправленно и системно формироваться на всех этапах его карьеры, особенно в периоды повышения квалификации. Указанное в полной мере относится и к системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей в военных вузах России. Здесь владение речью – это не просто «красивые слова», а мощный инструмент управления, воспитания и обеспечения безопасности между государствами – военными партнерами России.

Работа с иностранными слушателями в военных вузах России добавляет целый

пласт новых задач и возможностей для применения стилевых средств речи. Здесь потенциал раскрывается не только в сугубо военной и профессиональной, но и в межкультурной и дипломатической плоскостях.

Иностранные слушатели военных вузов России – это, как правило, офицеры с опытом военной службы, нуждающиеся не в базовом, а в профессионально-ориентированном обучении, часто занимающие или готовящиеся занять более высокие командные и штабные должности, целями которого выступают:

- профессиональная (передача-получение знаний по тактике, оперативному искусству, владению техникой);

- дипломатическая (укрепление военного сотрудничества между дружественными странами, создание позитивного образа России);

- культурно-адаптационная (помощь в интеграции, преодоление языкового и культурного барьера).

Использование потенциала функциональных стилей речи становится критически важными и служит инструментом для достижения этих целей.

В настоящее время имеется довольно обширный пласт научных исследований,

посвященных обучению русскому языку иностранных военнослужащих [1; 2], изучению русского языка как иностранного иностранными военными специалистами [3; 4], формированию профессионально-коммуникативной компетенции у иностранных военнослужащих [5], формированию и развитию устной профессиональной коммуникации у иностранных военнослужащих [6] и др. Однако в прямой постановке вопрос о потенциале применения функциональных стилей речи в системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей в российских военных вузах никогда не поднимался.

В педагогических исследованиях [7, с. 88] «педагогический потенциал... есть атрибут бытия и присущая ... совокупность параметров, система сил, действие которых актуально или может быть направленно на профессиональное образование... при определённых педагогических средствах и условиях», с составляющими: «обучающей, обеспечивающей... овладение системой... знаний, навыков, умений и личностно-деятельностных качеств; воспитывающей, обеспечивающей... волевые, нравственные и другие качества, отношения, взгляды, убеждения, способы поведения... высоконравственной личности; развивающей, обеспечивающей... функциональное совершенствование психической, интеллектуальной, физической, профессиональной деятельности и личностных качеств» [8, с. 93].

Функциональный стиль представляет собой исторически сложившуюся систему речевых средств, используемых в той или иной сфере человеческого общения; это разновидность литературного языка, выполняющая определенную функцию в общении. В лингвистическом энциклопедическом словаре, как отмечается в источниках, дается следующее определение: «разновидность литературного языка, в которой язык выступает в той или иной социально значимой сфере общественно-речевой практики людей и особенности которой обусловлены особенностями общения в данной сфере» [9].

Стилистика как раздел науки о языке изучает функциональные стили литературного языка и языковые средства, создающие их особенности. Выбор конкретного стиля

диктуется коммуникативной задачей, сферой общения, целью высказывания и адресатом. В современной лингвистической традиции принято выделять пять основных функциональных стилей: научный, официально-деловой, публицистический, разговорный и художественный. Некоторые исследователи подвергают сомнению правомерность выделения художественного стиля в данный перечень, поскольку он принципиально гетерогенен и вбирает в себя характеристики всех остальных стилей.

Каждый функциональный стиль обладает своими особенностями использования общелитературной нормы, может существовать как в письменной, так и в устной форме и ориентирован на выполнение определенных коммуникативных задач.

Рассмотрим в отдельности потенциал применения основных функциональных стилей в системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей в российских военных вузах.

1. *Научный стиль* – обслуживает сферу науки, научного общения и занимает особое место в системе функциональных стилей языка, будучи основным инструментом коммуникации в профессиональной среде учёных и исследователей. В условиях академической деятельности именно научный стиль и его жанровые разновидности играют ключевую роль, обеспечивая эффективную коммуникацию внутри научного сообщества и за его пределами. Данный стиль в военном вузе наиболее востребован, так как составляет основу учебного процесса. Его цель заключается в представлении, классификации и обобщении фактов, выдвижении идей, приведении логических доказательств, формулировании закономерностей и законов, научных идей, гипотез и эмпирических данных. Для него характерны точность, объективность, обобщенность, объективность, аргументированность, подчеркнутая логичность, ясность и стандартизированность изложения, отсутствие эмоциональности, сжатость при насыщенности содержания [9].

Научный стиль неоднороден и включает несколько подстилей, каждый из которых обслуживает определенные цели и адресован разной аудитории:

– собственно научный (академический) подстиль – максимальная строгость

и точность (монография, научная статья, диссертация, доклад) – применяют специалисты в конкретной области военного знания;

– научно-учебный подстиль – передача научных знаний в образовательном процессе (учебник, учебное пособие, лекция) – более доступная форма изложения, наличие примеров, пояснений, иллюстративного материала, что делает его понятным для неподготовленной аудитории;

– научно-популярный подстиль – доведение научных знаний до широкой аудитории в доступной и занимательной форме (научно-популярные статьи, книги, лекции для массовой аудитории) – меньшая насыщенность терминами, большая свобода изложения, элементы образности и оценочности;

– научно-информативный подстиль – передача сжатой научной информации (реферат, аннотация, патентное описание, резюме);

– научно-справочный подстиль – быстрое получение информации, справки (энциклопедии, словари, каталоги, справочники), которая характеризуется крайней сжатостью и емкостью изложения.

Научный стиль применяется на лекциях и семинарах, то есть для обучения восприятию на слух и конспектированию сложных тем (тактика, стратегия, вооружение, связь). При этом акцент производится на терминологию, сложноподчиненных предложениях, определениях. Кроме лекций и семинаров научный стиль используется при работе с технической документацией и специальной литературой (понимание сложных синтаксических конструкций и терминологии), а также с учебной литературой – происходит формирование навыков анализа текстов уставов, наставлений, технических описаний, а также умение вычленять главное, составлять аналитические записки и отчеты (оценка тактико-технических характеристик вооружения, анализ оперативной обстановки, обобщение опыта учений), аннотации, рефераты (структура, клише, аргументация), например, *«Следует отметить, что...»*, *«Таким образом, можно сделать вывод...»*, *«Анализ данных показывает...»*. Необходимо отметить и применение научного стиля на конференциях и семинарах – происходит

формирование культуры академического дискурса, ведение научной дискуссии, построение аргументации.

Результатом обучения в использовании научного стиля должно стать приобретение слушателем навыков, необходимых для работы в штабах, научно-исследовательских учреждениях и на преподавательских должностях.

2. *Официально-деловой стиль* – выступающий каркасом профессионального взаимодействия. Данный стиль критически важен для понимания и составления военной документации, формирования субординации и точности. Его цель заключается в формировании навыков точного, стандартизированного и безэмоционального общения, исключающего двусмысленности, что критически важно в военном деле. Данный стиль применяется для изучения уставов и нормативных актов, то есть с его помощью осуществляется чтение и интерпретация уставов, наставлений. Понимание их жесткой структуры и клишированных формулировок, с широким использованием терминологии и номенклатурных наименований, например, *«приказываю»*, *«обязываю»*, *«ввести в действие»* помогает понять не только язык, но и саму суть военных регламентов.

Применяется официально-деловой стиль и для составления документов, это основа деловой переписки между военнослужащими. С помощью данного стиля осуществляется составление и написание рапортов, докладов, донесений, служебных записок, заявок, отчетов, например, *«Довожу до Вашего сведения...»*. *«На ваш запрос сообщая...»* и т.д. Кроме этого, производится отдача приказов и команд, например боевой приказ, установочный приказ и т.д., а также ведение протоколов совещаний, то есть фиксация решений и договоренностей в строгой форме.

Следует отметить и применение официально-делового стиля в системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей в российских военных вузах в рамках межгосударственной и межведомственной коммуникации, то есть подготовка документов для взаимодействия с другими силовыми структурами и государственными органами стран.

Результатом обучения в использовании официально-делового стиля должно стать

обучение иностранных слушателей действиям в рамках правового и административного поля, принятого в стране обучения.

3. *Публицистический стиль* – обслуживающим сферу политико-идеологических, общественных и культурных отношений и используемый в газетных статьях, выступлениях на радио и телевидении, митингах и других публичных мероприятиях. Его основная функция – воздействие на воображение и чувства людей, а также сообщение общественно-значимой информации, формирование общественного мнения [9]. Для него характерны логичность, образность, эмоциональность, оценочность, призывность. В публицистике активно используются отвлеченные слова с общественно-политическим значением, риторические вопросы, обращения и другие средства выразительности.

В системе переподготовки и повышения квалификации иностранных слушателей данный стиль выступает инструментом «мягкой силы» и управления. С помощью данного стиля развиваются навыки убеждения, ведения дискуссии и работы с информацией в профессиональном контексте, а также формирование умения воздействовать на аудиторию, убеждать, вдохновлять и представлять свою страну/ведомство в выгодном свете.

Применяется публицистический стиль для организации и проведения круглых столов и пресс-конференций, то есть при публичных выступлениях, ответах на острые вопросы, представлении своей позиции, а также выступлениях перед аудиторией, где произносятся речи на торжественных и межгосударственных церемониях, вдохновляющие речи перед личным составом, обращений к местному населению в ходе миротворческих миссий, а также в ходе военно-патриотического воспитания при участии в мероприятиях, где требуется эмоционально окрашенная, но выдержанная речь (выступления перед курсантами, на торжественных мероприятиях).

Особо отмечаем применение публицистического стиля в работе средств массовой информации, их анализе, то есть проведение брифингов, интервью, написание статей для военных специализированных и научных журналов.

Здесь важным выступает обучение умению донести нужную информацию, не раскрывая секретных данных, а также критическое осмысление военно-политических новостей, фактов и мнений.

Результатом обучения в использовании публицистического стиля должна стать сформированная способность слушателя быть не только специалистом, но и публичным представителем вооруженных сил своего государства, эффективно работающим в информационном поле.

4. *Разговорный стиль* – обеспечивает установление неформальных контактов, поддержание здорового морально-психологического климата в многонациональном коллективе и быстрое решение текущих вопросов. Этот стиль отличается эмоциональностью, непринужденностью, опорой на внеязыковые факторы (мимику, жесты, интонацию), использованием разговорной и просторечной лексики, простых и неполных предложений.

Используется данный стиль для оказания помощи в социально-культурной адаптации и преодоления коммуникативных барьеров: при моделировании бытовых ситуаций (в столовой, в местах проживания, в городе), при неформальных беседах с сослуживцами (обсуждение проблем «на полевого уровня», построение отношений доверия («командир – подчиненные»)). Необходимо отметить его использование в качестве военного сленга и жаргона в военной среде, например, упрощенными выражениями («уставник», «принять объект», «заступить на боевое дежурство»), что облегчает интеграцию в воинский коллектив. А также при разрешении межличностных и межнациональных конфликтов, при участии в миротворческих или локальных операциях, в ходе межкультурного общения, то есть при обсуждении культурных особенностей, традиций, что снижает уровень стресса и способствует созданию благоприятного морально-психологического климата в многонациональном коллективе.

Результатом обучения в использовании разговорного стиля должна стать уверенность слушателя участвовать не только в совещаниях, но и в казарме, и в полевых условиях, что укрепляет его авторитет и способствует успеху в военной службе.

5. *Художественный стиль* – обеспечивающий эстетическое воздействие на человека, в нашем случае на иностранных слушателей в системе переподготовки и повышения квалификации, так как необходим для глубокого погружения в языковую среду и понимания менталитета. Данный стиль призван создавать художественные образы, эмоционально воздействовать на слушателя и передавать многогранность человеческого опыта. В отличие от других стилей, он не имеет жёстких языковых ограничений и характеризуется сознательным отклонением от нормы. Здесь находят применение все ресурсы языка: и разговорная лексика, и высокая книжная, и диалектизмы, и жаргонизмы. Основным средством выразительности становится художественный приём, такой как метафора, сравнение, эпитет, гипербола и многие другие.

Применяется данный стиль при анализе военной литературы, художественных фильмов, театрального искусства, в ходе экскурсий в музеи, выставочные комплексы, военно-мемориальные памятные места, при анализе пословиц и поговорок, например, суворовских «Тяжело в учении – легко в бою», что помогает понять военно-исторический контекст, «дух» русской армии и флота, систему ценностей, способствует непрямому расширению словарного запаса и пониманию многозначности слов. Это мощный инструмент погружения в культурную среду и лаконичной передачи сложных идей.

Результатом обучения в использовании художественного стиля должно стать «погружение» иностранного слушателя в российскую культуру, понимание культурного кода россиян, значимости его обучения в военных вузах России, принятие российских национальных ценностей.

Важно понимать, что, несмотря на чёткие границы в теории, на практике потенциал указанных стилей раскрывается в интегрированном подходе, они часто взаимодействуют и взаимопроникают. Элементы одного стиля могут использоваться в другом для достижения определённых целей. Знание классификации и особенностей каждого функционального стиля позволяет осознанно выбирать нужные языковые средства в зависимости от ситуации

общения, что является признаком высокой речевой культуры. Например, при изучении тем «Совместное планирование операций» научный стиль + официально-деловой целесообразно использовать при анализе исходных данных (доклад разведки), изучение карт и технических характеристик, оформление плана операции как официального документа. Публицистический стиль при выступлении командира с краткой речью перед началом операции для постановки боевой задачи и мотивации личного состава. Разговорный стиль при непосредственном отдаении кратких, ясных команд и уточняющих вопросов в ходе операции, общение в штабе в режиме реального времени.

Максимальный эффект достигается:

- при комплексном использовании стилей в рамках одного занятия с опорой на принцип «от простого к сложному», например, начинать с анализа официального документа (официально-деловой стиль), затем разобрать его научные основы (научный стиль), провести дискуссию «за и против» (публицистический стиль) и смоделировать ситуацию неформального обсуждения его положений (разговорный стиль);

- при использовании аутентичных материалов (уставы, наставления, технические паспорта, военные карты, видеозаписи учений, новостные репортажи, мемуары);

- в проектной деятельности, при разработке группой слушателей проекта по организации условной операции с полным пакетом документов (приказ, план, техническое задание – официально-деловой и научный стиль) и его последующей защитой и презентацией (публицистический стиль);

- в ролевых игры и симуляциях (самый эффективный метод) – моделирование пресс-конференций, штабных совещаний, переговоров, например, *сценарий «Штабное совещание»* (участники готовят доклады (научный стиль), опираясь на документы (официально-деловой), выступают с ними (элементы публицистики), а в перерыве общаются неформально (разговорный стиль));

- в ходе создание «языковой среды» – просмотр и обсуждение военных фильмов, экскурсий, встречи с ветеранами боевых действий, героями в неформальной обстановке.

В заключение следует констатировать, потенциал применения функциональных стилей речи в системе переподготовки иностранных военных специалистов в военных вузах огромен и многократно возрастает. Речь идет уже не просто о повышении эффективности управления, а о создании единого профессионально-коммуникативного пространства между армиями разных стран.

Грамотное и осознанное использование функциональных стилей позволяет за счет точности (через научный и официально-деловой стили), убедительности (через публицистический стиль), эффективности в неформальной среде (через разговорный стиль), глубины в понимании культурного контекста (через художественный стиль):

– преодолеть языковой и культурный барьер;

– обеспечить безупречное взаимопонимание в вопросах безопасности;

– сформировать лояльное и профессиональное сообщество иностранных выпускников, являющихся проводниками российских идей, подходов и технологий.

Такой подход позволяет готовить не просто слушателей иностранных армий, владеющих русским языком, а полноценных военных специалистов, способных к эффективной профессиональной деятельности от штабной работы до полевого командования и публичной дипломатии, а также к межкультурному взаимодействию в русскоязычной среде – стать «мостом» между культурами, способствуя не только передаче знаний, но и укреплению доверия и сотрудничества между армиями.

Список литературы:

1. Чухлебова, И.А. Обучение русскому языку иностранных военнослужащих // Высшее образование в России. – 2007. – № 3. – С. 147-176.
2. Бальбеков Р.Ю., Веропотвельян Д.О., Чурилов Э.В. Специфика обучения русскому языку в военном техническом вузе // Ученые записки ЗабГУ. Серия: Педагогические науки. 2018. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-obucheniya-russkomu-yazyku-v-voennom-tehnicheskom-vuze> (дата обращения: 17.11.2025).
3. Массалова, А.Э., Дзюба, Е.В. Особенности и содержание профессионально ориентированного обучения при изучении русского языка как иностранного в военном вузе инженерного профиля // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 5. – С. 92-97.
4. Шестакова Е.В. Русский язык как иностранный в военном вузе в рамках получения дополнительного профессионального образования иностранными военными специалистами // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. 2019. №2 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/russkiy-yazyk-kak-inostrannyi-v-voennom-vuze-v-ramkah-polucheniya-dopolnitelnogo-professionalnogo-obrazovaniya-inostrannymi-voennymi> (дата обращения: 17.11.2025).
5. Анисина Ю.В. Формирование профессионально-коммуникативной компетенции иностранных военнослужащих с учетом культуроведческого компонента курса русского языка: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2019. – 26 с.
6. Лихачева М.Е. Особенности формирования и развития устной профессиональной коммуникации у иностранных военнослужащих в условиях российского военного вуза // Преподаватель XXI век. – 2022. – № 4. – Часть 1. – С. 150-168. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-4-150-168.
7. Митрахович В.А. Технологии развития педагогического потенциала воинского социума в формировании профессионализма у военнослужащих контрактной службы / В.А. Митрахович // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. – 2011. – № 5(19). – С. 88-93.
8. Митрахович В.А. Педагогический потенциал воинского социума как механизм его педагогического влияния на профессионализм военнослужащего контрактной службы / В.А. Митрахович // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2014. – № 4(89). – С. 92-96.
9. Валгина Н. С. Функциональная стилистика русского языка. – М.: МПИ, 1989.

Интегративная модель подготовки специалистов связи в военном вузе на основе комплексного применения информационных компьютерных технологий**Integrative model of communication specialists training in a military university based on complex application of information computer technologies**

Аннотация. В статье обоснована актуальность модернизации системы подготовки специалистов связи в высших военных учебных заведениях в условиях возрастания роли информационных компьютерных технологий и необходимости учета опыта современного боя. Представлена интегративная модель подготовки, преодолевающая фрагментарность применения ИКТ за счет их комплексной интеграции в единый образовательный комплекс на основе концепции «цифрового двойника» профессиональной деятельности. Методологической основой выступили системный, деятельностный и компетентностный подходы. Результатом является целостная модель, включающая пять взаимосвязанных блоков: целевой, содержательный, технологический, организационно-процессуальный и оценочно-результативный. Педагогический эксперимент подтвердил эффективность модели, показав статистически значимое повышение уровня практической подготовки обучающихся экспериментальной группы.

Abstract. The article substantiates the relevance of modernizing the system of training communication specialists in higher military educational institutions in the context of the increasing role of information computer technologies and the need to take into account the experience of modern combat. An integrative training model is presented that overcomes the fragmentation of ICT application through their complex integration into a single educational complex based on the concept of a "digital twin" of professional activity. The methodological basis was system, activity and competence approaches. The result is an integrated model including five interconnected blocks: target, content, technological, organizational-procedural and evaluative-resultative. The pedagogical experiment confirmed the effectiveness of the model, showing a statistically significant increase in the level of practical training of cadets in the experimental group.

Ключевые слова: подготовка специалистов связи, высшее военное образование, интегративная модель, информационные компьютерные технологии, «цифровой двойник», интегративная педагогическая технология, система управления мониторингом обучения.

Keywords: communication specialists training, higher military education, integrative model, information computer technologies, «digital twin», integrative pedagogical technology, learning monitoring management system.

Современное состояние системы высшего военного образования характеризуется необходимостью оперативного реагирования на вызовы, связанные с изменением характера вооруженной борьбы, что ярко проявилось в условиях специальной военной операции (СВО). Традиционная система подготовки специалистов связи, основанная на знаниевой парадигме и линейном освоении дисциплин, демонстрирует свою несостоятельность в условиях, когда специалист связи должен обладать не

просто набором компетенций, а целостным, гибким профессиональным мышлением, способностью к быстрой адаптации и принятию решений в обстановке неопределенности и высокого информационного давления.

Ключевым недостатком, выявленным в ходе анализа современной системы подготовки специалистов связи, является фрагментарность и несистемность применения информационных компьютерных технологий (ИКТ). Обладая значительным дидактическим потенциалом,

такие ИКТ, как тренажерные комплексы Базового комплекта тренировочных средств (БК УТС) на примере Военной академии связи [2], системы виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), дистанционные образовательные технологии и др., используются эпизодически и не образуют целостной образовательной среды [3]. Это порождает дидактические противоречия между формальными требованиями компетентностной модели и реальным знаниево-ориентированным процессом, между стремительным изменением содержания профессиональной деятельности и инерционностью образовательных программ.

Разрешение данных противоречий видится в переходе к интегративной педагогической технологии, ядром которой выступает интегративная модель, системно объединяющая цели, содержание, технологии, организацию и оценку подготовки на основе синергии ИКТ. Такой подход позволяет трансформировать образовательный процесс из передачи информации в моделирование и проживание будущей профессиональной деятельности.

Методологическим каркасом исследования выступил системный подход, позволяющий рассматривать подготовку как целостный, динамический процесс, где все элементы взаимосвязаны и подчинены единой цели [4, 5]. Именно системный подход диктует необходимость интеграции, а не простого суммирования, различных ИКТ.

Содержательное наполнение и процессуальная сторона модели определяются **деятельностным** и **компетентностным** подходами [6, 7, 8]. Деятельностный подход предполагает, что развитие профессиональных качеств происходит через активное включение в специально организованную деятельность. Компетентностный подход фокусирует эту деятельность на достижении диагностируемых результатов – профессиональных компетенций.

Практической реализацией синтеза этих подходов становится концепция **«цифрового двойника» профессиональной деятельности**, которая служит содержательной и процессуальной основой модели [9].

На основе этих подходов сформирована система принципов построения модели: системности, интеграции, адаптивности, практико-ориентированности и безопасности. Принцип **системности** обеспечивает целостность модели; **интеграции** задает синергетический характер взаимодействия всех компонентов; **адаптивности** обеспечивает гибкость модели; **практико-ориентированности** гарантирует ориентацию на реальные задачи; **безопасности** определяет специфику использования ИКТ в условиях военного вуза [10].

В исследовании применялся комплекс методов: теоретический анализ, педагогическое моделирование, проектирование, а также педагогический эксперимент для апробации разработанной модели.

Целью разработанной интегративной модели является формирование у обучающихся целостного, гибкого профессионального мышления и устойчивых практико-ориентированных компетенций, позволяющих эффективно действовать в условиях современного боя, путем преодоления фрагментарности в использовании ИКТ через их комплексную интеграцию в единый образовательный комплекс.

Интегративная модель подготовки специалистов связи представляет собой динамическую систему, состоящую из пяти функционально взаимосвязанных блоков: целевой, содержательный, технологический, организационно-процессуальный и оценочно-результативный (см. рис. 1), каждый из которых решает конкретные задачи и выполняет определенные функции в достижении общей цели.

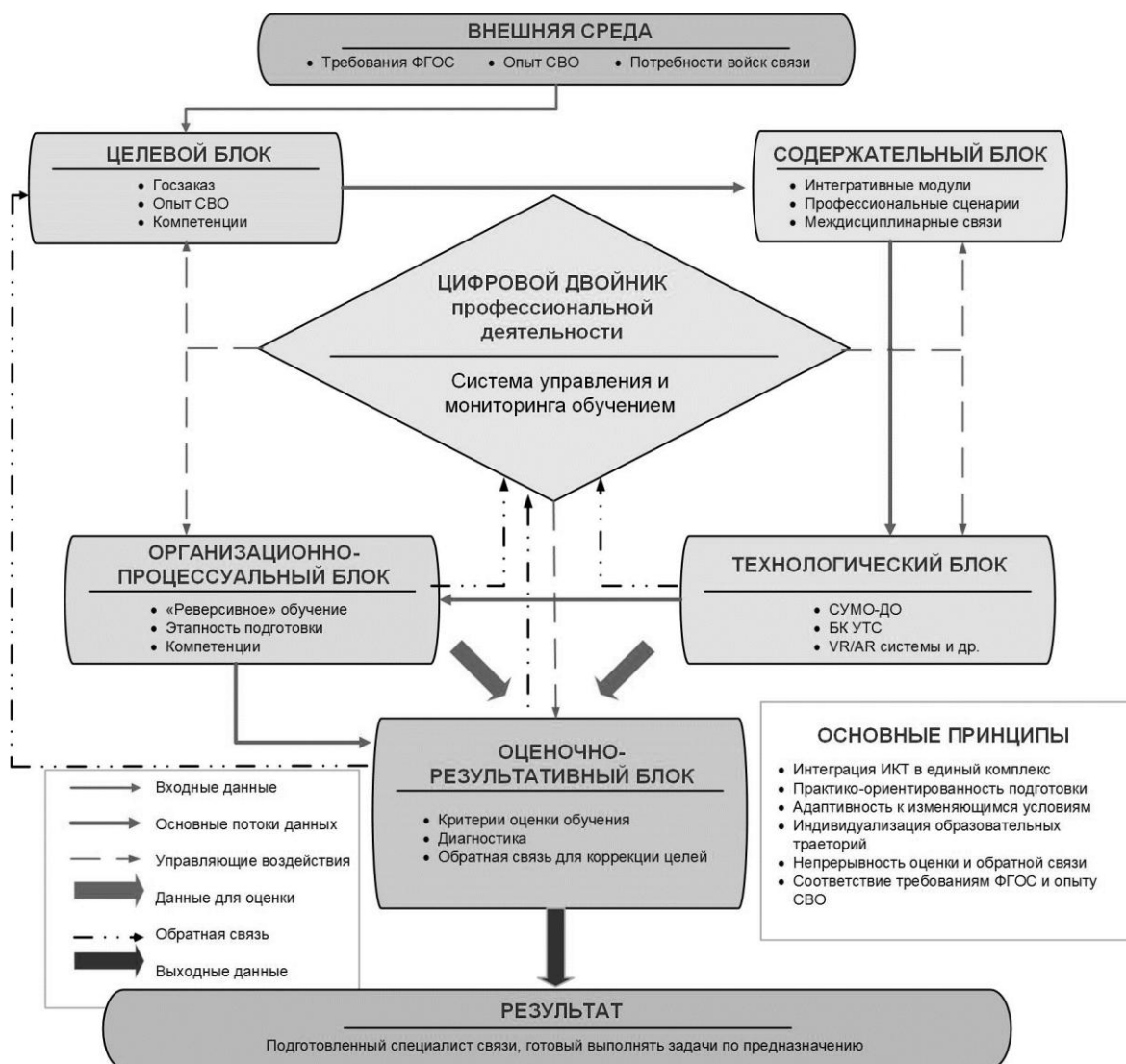


Рис. 1. Интегративная модель подготовки специалистов связи в военном вузе на основе комплексного применения ИКТ

Целевой блок выполняет роль системообразующего фундамента. В отличие от современного традиционного подхода, целеполагание здесь – это динамический процесс, синтезирующий государственный заказ (ФГОС, квалификационные требования) и актуальный опыт войск, прежде всего СВО. В результате формируется система приоритетов, где сквозными целями становятся: формирование адаптивного профессионального мышления; развитие устойчивых практико-технологических компетенций; отработка навыков обеспечения живучести систем связи; формирование компетенций командира-инструктора. Функцией блока является постоянная актуализация целей подготовки на основе анализа потребностей войск [11].

Содержательный блок является концептуальным сердцем модели. Отказ от линейной дисциплинарной структуры в пользу интегративных учебных модулей позволил преодолеть разрыв между теорией и практикой. Содержательным ядром модулей выступает «**цифровой двойник профессиональной деятельности**».

«**Цифровой двойник профессиональной деятельности**» на платформе **СУМО ВАС – системы управления и мониторинга обучения Военной академии связи** представляет собой сложную многоуровневую систему, реализованную в среде Moodle [11, 13], с использованием дополнительных модулей и интеграций через API и LTI-протоколы (см. рис. 2).



Рис. 2. Структура «цифрового двойника» профессиональной деятельности

Его архитектура включает четыре взаимосвязанных модуля:

модуль компетентностного ядра содержит детализированную карту компетенций ФГОС ВО и профессиональных стандартов, связанную с тактико-техническими характеристиками средств связи. Для каждой компетенции разработаны диагностические инструменты и критерии оценки, что позволяет строить индивидуальные траектории обучения [12].

сценарный модуль включает библиотеку из 50+ типовых и критических профессиональных ситуаций, основанных на анализе реального опыта СВО. Каждый сценарий содержит: тактическую обстановку, параметры радиоэлектронной обстановки, ресурсные ограничения и критерии успешности выполнения задачи. Сценарии ранжированы по уровням сложности и адаптируются в зависимости от прогресса обучающегося [15].

ресурсный модуль объединяет интерактивные 3D-модели современной техники связи, нормативную документацию, базу знаний по типовым неисправностям и методам их устранения. Особенностью является возможность «разборки-сборки»

виртуальных моделей оборудования с фиксацией временных параметров [14].

аналитический модуль осуществляет непрерывный мониторинг деятельности обучающихся: фиксирует время выполнения операций, количество ошибок, логи принятия решений. На основе этих данных строятся прогнозные модели профессионального развития и формируются рекомендации по коррекции подготовки.

Функционирование «цифрового двойника» профессиональной деятельности в СУМО ВАС обеспечивается специально разработанной архитектурой данных, включающей в себя:

- хранилище моделей профессиональной деятельности;
- сервис генерации учебных ситуаций;
- механизм адаптивной подсказки;
- систему протоколирования действий.

Основная функция «цифрового двойника» профессиональной деятельности – создание контекстной, практико-ориентированной образовательной среды, имитирующей реальные условия профессиональной деятельности [9, 12].

Технологический блок – это педагогически выверенный синергетический

комплекс ИКТ. Управляющим ядром технологического блока выступает в свою очередь СУМО ВАС [11, 13]. Она интегрирует через API и LTI-протоколы все остальные компоненты: дистанционные образовательные технологии для организации теоретической подготовки; тренажеры БК УТС для отработки моторных и операторских навыков; VR/AR-тренажеры для формирования тактического мышления; адаптивную систему [17]. для анализа данных и персонализации траекторий обучения. Задача блока – обеспечить техническую и дидактическую взаимосвязь всех ИКТ для создания целостного обучающего контура.

Организационно-процессуальный блок реализует принципы «реверсивного» обучения [16] и этапности.

Образовательный процесс строится на сценариях «смешанного класса», «ротации станций» и «индивидуальной ротации».

Функцией данного блока является организация поэтапного перехода от усвоения знаний к применению компетенций в условиях, приближенных к реальным:

дистанционный этап – изучение теории с помощью СУМО ВАС;

этап виртуального тренажера (БК УТС);

этап комплексного ситуационного моделирования (VR);

этап работы на реальной технике связи;

этап полевых учений.

Такая этапность обеспечивает плавное наращивание сложности и интеграцию навыков [2, 11].

Оценочно-результативный блок замыкает педагогический цикл. Он трансформируется из системы констатации знаний в механизм непрерывной диагностики и управления качеством подготовки. Цель блока – оценка сформированности компетенций по комплексным критериям (технологическая грамотность, тактическая целесообразность, адаптивность). Для этого используются автоматизированные протоколы с тренажеров, экспертные карты и анализ данных учений. Методы парных сравнений и расчет обобщенных показателей позволяют агрегировать разнородные данные в интегральную оценку [4, 14].

Для проверки эффективности модели на базе Военной академии связи педагогический эксперимент. В эксперименте участвовали

50 курсантов 3-го курса факультета «Системы связи и телекоммуникаций», разделенных на экспериментальную (ЭГ, $n=25$) и контрольную (КГ, $n=25$) группы. Эквивалентность групп обеспечивалась методом попарного отбора по среднему баллу успеваемости, результатам входного тестирования и психофизиологическим показателям.

В ЭГ обучение велось по интегративной модели с активным использованием «цифрового двойника» профессиональной деятельности на платформе СУМО ВАС, в КГ – по традиционной программе с преобладанием лекционно-семинарских форм работы. Формирующий этап эксперимента включал реализацию 12 ключевых профессиональных сценариев из «цифрового двойника», каждый из которых объединял содержание 3-4 учебных дисциплин.

Результаты контрольного этапа (табл. 1) показали статистически значимые различия ($p < 0,01$) в пользу ЭГ по всем ключевым показателям. Расчет t-критерия Стьюдента для времени развертывания узла связи показал $t = 8,92$ при критическом значении $t (\alpha=0,05) = 2,01$, что подтверждает статистическую значимость различий.

Качественный анализ данных «цифрового двойника» профессиональной деятельности показал, что курсанты ЭГ демонстрировали более высокие показатели адаптивности к изменяющимся условиям связи и лучше справлялись с нештатными ситуациями, смоделированными на основе опыта СВО. Анкетирование выявило рост мотивации к обучению в ЭГ: удовлетворенность процессом обучения составила $4,7 \pm 0,2$ балла против $3,9 \pm 0,5$ в КГ.

Выводы.

Проведенное исследование позволило теоретически обосновать и разработать интегративную модель подготовки специалистов связи в военном вузе, которая преодолевает системные недостатки современного традиционного подхода за счет комплексной интеграции ИКТ в единый образовательный комплекс.

Установлено, что методологическим фундаментом эффективной модели является синтез системного, деятельностного и компетентностного подходов, реализуемый через концепцию «цифрового двойника» профессиональной деятельности, который

выступает содержательным и процессуальным ядром, обеспечивающим практико-ориентированность и контекстность подготовки.

Разработана архитектура модели, включающая пять взаимосвязанных блоков. Доказано, что синергетический эффект достигается не мощностью отдельных компонентов, а качеством связей между ними, что обеспечивается интеграционной ролью платформы СУМО ВАС, объединяющей «цифровой двойник» профессиональной деятельности, дистанционные технологии, тренажерные комплексы и системы виртуальной реальности.

Эмпирически подтверждена высокая эффективность предложенной модели. Статистически значимое улучшение показателей практической подготовки

обучающихся экспериментальной группы (сокращение времени развертывания на 37%, снижение ошибок на 68%) доказывает, что комплексная интеграция ИКТ на основе «цифрового двойника» позволяет готовить специалистов связи, способных компетентно действовать в сложных, нестандартных условиях современного боя.

Таким образом, разработанная интегративная модель представляет собой научно-методический фундамент для модернизации образовательного процесса в военном вузе, отвечающий вызовам современности. Перспективы дальнейших исследований видятся в разработке отраслевых стандартов применения «цифровых двойников» и в адаптации модели для подготовки специалистов других военно-технических профилей.

Список литературы:

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 541-дсп, 542-дсп от 02.04.20 г. «Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по военно-специальной подготовки». – М.: МН, 2020. – 150 с.
2. Обыденникова Ю.С., Цыпнятов В.Б., Дивин А.А. Методические рекомендации в подготовке специалистов и подразделений связи Вооруженных Сил Российской Федерации с применением базового комплекта учебно-тренировочных средств. Назначение, состав, возможности. Часть I. Учебно-методическое пособие. – СПб: ВАС, 2021. – 236 с.
3. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. – М.: ИИО РАО, 2010. – 140 с.
4. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
5. Кузьмина Н.В. Профессионализм деятельности преподавателя и мастера производственного обучения профтехучилища. – М.: Высшая школа, 1989. – 167 с.
6. Выготский Л.С. Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999. – 352 с.
7. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Смысл, Academia, 2004. – 352 с.
8. Гальперин П.Я. Лекции по психологии: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Книжный дом «Университет», 2002. – 400 с.
9. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication [Электронный ресурс]. 2015. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication (дата обращения: 15.05.2024).
10. Образцов П.И. Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения. – Орел: ОГУ, 2000. – 145 с.
11. Обыденникова Ю.С., Цыпнятов В.Б., Сажина А.В., Даценко С.С., Караман М.В., Озеров О.В., Дивин А.А., Федотова Е.Д. и др. Методические рекомендации по работе в системе управления и мониторинга обучением Военной академии связи. Учебно-методическое пособие. / Под ред. С.С. Даценко. – СПб: ВАС, 2021. – 232 с.
12. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 344 с.
13. Официальный сайт платформы Moodle [Электронный ресурс]. URL: <https://moodle.org> (дата обращения: 15.05.2024).
14. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. – Самара: СГАУ, 1995. – 140 с.
15. Волянская Т.А. Вопросы адаптивности в системах дистанционного обучения // Труды Института систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН. – 2020. – Т. 32, № 4. – С. 45-56.
16. Обыденникова Ю.С., Цыпнятов В.Б. Организация подготовки специалистов с использованием технологии «реверсивного» обучения в высших военных учебных заведениях / Научно-практическая конференция «Современные тенденции инженерного образования»: Сборник материалов. – СПб.: ВАС, 2025. – С. 254-260.

История развития оценочных процедур

The history of the development of evaluation procedures

Аннотация. В статье представлен историко-педагогический анализ развития оценочных процедур в образовании, начиная с первобытного общества до начала XXI века. На основе периодизации, предложенной отечественными исследователями, выделены и охарактеризованы восемь ключевых этапов эволюции систем оценивания: от парциальных эмоциональных реакций до современных стандартизированных и глобализованных механизмов контроля качества образования. Особое внимание уделено становлению и трансформации оценочных практик в России, включая введение балльных систем, отмену физических наказаний, эксперименты советского периода и современные тенденции в рамках Болонского процесса. Статья основана на анализе широкого круга педагогических источников и может быть полезна исследователям в области истории образования, педагогики и теории оценивания.

Abstract. The article presents a historical and pedagogical analysis of the development of assessment procedures in education, from primitive society to the beginning of the 21st century. Based on the periodization proposed by domestic researchers, eight key stages in the evolution of assessment systems are identified and characterized: from partial emotional reactions to modern standardized and globalized mechanisms for monitoring the quality of education. Special attention is paid to the formation and transformation of assessment practices in Russia, including the introduction of grading systems, the abolition of corporal punishment, experiments of the Soviet period and current trends within the Bologna Process. The article is based on an analysis of a wide range of pedagogical sources and can be useful to researchers in the field of history of education, pedagogy and assessment theory.

Ключевые слова: история педагогики, оценочные процедуры, периодизация оценивания, балльная система, российское образование, стандартизация, глобализация образования, контроль знаний.

Keywords: history of pedagogy, assessment procedures, assessment periodization, grading system, Russian education, standardization, globalization of education, knowledge assessment.

Смена образовательных стандартов в истории образования и педагогики, основанных на разных моделях (знаниевая, компетентностная), изменяет и требования к процедурам оценивания и критерии оценивания.

В научных трудах по истории педагогики и образования педагогов-исследователей (В.В. Григорьев, А.Н. Джуринский, С.К. Калдыбаев, А.И. Каменев, Д.И. Латышина, А.И. Пискунов, В.А. Попов, и др.) раскрывается история развития оценочных процедур, представляется организация учебного процесса в отдельные исторические периоды, применяемые методы обучения и контроля, способы поощрения и наказания [2, 3, 4, 5, 6]. Опираясь на их труды позже Е.В. Андриенко, А.А. Варакута, И.А. Казакова, П.Ю. Шеломенцев в своих работах пришли к выводам о том, что

в многообразии систем оценки в современном образовании можно выделить восемь основных периодов, становление которых происходило последовательно в историческом контексте [1]. По их мнению, периодизация оценки с учетом специфики развития российского образования включает восемь периодов:

- парциальная оценка (первобытное общество);
- оценка в соответствии с планируемыми результатами обучения (древние цивилизации);
- формирование системы оценочных процедур, присвоение степеней по итогам оценивания (Средние века);
- стандартизированные процедуры оценки, изучение процесса оценивания, введение отметки (Возрождение, Просвещение, Новое время);

- стандартизация и изучение оценочных процедур в России (середина XVIII – начало XIX в.);
- изучение влияния оценки на личность обучающегося, отмена физических наказаний в России (вторая половина XIX в.);
- временное упразднение отметок, разработка новых, коллективных методик оценки, педологические испытания (XX в.);

- глобализация оценочных процедур (конец XX – начало XXI в.).

Исследуя предложенную коллегами периодизацию оценочной деятельности, в рамках своей научной работы рассмотрим развитие применяемых методов контроля в отдельные исторические периоды (Таблица 1).

Таблица 1.

История развития оценочных процедур

Этапы и их краткая характеристика	Изменения форм оценки	Методы и нормы контроля
Этап 1 – парциальная оценка (первобытное общество, общинно-родовой строй до зарождения государственности)	Эмоциональная оценка старшего поколения на действия детей. Оценка представляла собой отдельные оценочные суждения (одобрение или неодобрение), являющиеся эмоциональной реакцией, то есть носила парциальный нецеленаправленный характер	Появляются первые экзамены – обряды инициации, проводимые для определения готовности к самостоятельной жизни.
Этап 2 – оценка в соответствии с планируемыми результатами обучения (древние цивилизации) Обучение приобретает общественное и государственное значение. Создаются образовательные учреждения, подготовку в которых ведут педагоги.	Процесс обучения и оценка становятся организованными и целенаправленными, планируются результаты обучения на конкретном этапе и образовательный результат. Целенаправленное использование методов обучения и оценки, инструменты психолого-педагогического воздействия на обучающегося – поощрения и наказания	Возникают методы и нормы контроля в разных странах и культурах они были различны и определялись социально-культурными условиями. Основными методами оценки в школах этого периода являются пересказ, решение задач и упражнений, беседа, диалог-спор, доказательство. В Древнем Египте определение норм навыков обучаемого в письме, чтении, расчетах (астрономических, строительных), рисовании. В Древнем Китае периодизации контроля обученности через год обучения, три, пять, семь и девять.
Этап 3 – формирование системы оценочных процедур, присвоение ученых степеней по итогам оценивания (Средние века). В эпоху Средневековья действуют начальные, средние и высшие учебные заведения, складывается иерархия учебных заведений. Усиление контроля государства в образовании. Вводится система государственной аттестации выпускников.	Государственная аттестация в форме экзаменов, присвоение ученых степеней по итогам оценивания, введение системы отметок. В XVI в. в иезуитских школах была впервые введена балльная система оценок «как способ усиления влияния общественности (в первую очередь родителей на ребенка), а также разграничение учащихся по их способностям, знаниям и социальному положению». Использовалась двухбалльная шкала, высшей отметкой был	Появляются новые методы оценки. Экзамены в форме научных штудий, письменных сочинений, публичных диспутов и речей. В колледжах Европы еженедельно проводились диспуты, дважды в месяц сочинения на латыни, после каникул – конкурсные сочинения. В средневековом Китае учебный курс усвоения конфуцианских канонов включал в себя две ступени. Учащиеся сдавали месячные,

Этапы и их краткая характеристика	Изменения форм оценки	Методы и нормы контроля
	один балл. Все ученики делились на разряды в соответствии с полученным баллом. Во второй половине XVI в. отметки стали применяться во многих учебных заведениях.	семестровые, годовые, выпускные экзамены. Успешно сдавший выпускной экзамен, переводился на следующую ступень. По завершении полного курса – сдача государственных экзаменов на ученую степень и допуск к государственным должностям. В иезуитских школах впервые был введен ежедневный опрос каждого ученика, проводились ежемесячные письменные и годовые экзамены.
Этап 4 – выделение и изучение процесса оценивания, возникновение балльной системы оценки (Возрождение, Просвещение, Новое время до середины XVIII века). Становление национальных систем образования. Появляются учебники и учебные пособия по педагогике, по методике обучения различным предметам, в которых впервые обозначаются методы и приемы организации проверки знаний учащихся.	Со стороны департаментов и министерств образования осуществляется контроль за соблюдением стандартов и требований. Поиск путей улучшения применяемых форм и методов оценки, оптимальных шкал. Появляются отдельные работы о сущности и организации экзаменов, об оценках знаний учащихся. Разработка Я. А. Коменским классно-урочной системы и процесса оценки знаний.	В своем трактате «Законы хорошо организованной школы» Я.А.Коменский устанавливает «законы для испытаний», которые включают в себя ежечасную оценку учителем усвоения знаний учениками и их внимания, ежедневную оценку всех учащихся декурионом, еженедельную самостоятельную проверку учениками в форме состязания за место, ежемесячную проверку ректором качества выполнения месячных заданий, триместровый экзамен, по итогам которого определяются лучшие ученики и выдаются награды за прилежание, а также ежегодный переводной экзамен
Этап 5 – становление системы оценивания в России (начало XVIII века – начало XIX в). В России в начале XVIII в. благодаря реформам Петра I возникает и интенсивно развивается система профессионального образования, совершенствуются и оценочные системы. Учеба стала одним из видов государственной службы	В российских учебных заведениях изначально, как и в Европе, существовала трёхразрядная система оценок. Результаты оценки отражались в словесных характеристиках, которые содержали описание учебных успехов и неудач, прилежания, нравственных качеств, возможностей и темпов развития обучаемого. В начале XIX в. В российских учебных заведениях применялись балльные оценки (шкалы 12, 50 и 100 баллов), словесные оценки (5, 6, 11 степеней) и словесные характеристики. В 1819 г. Министерство народного просвещения вводит единую 4-балльную систему	М.В. Ломоносов представил систему учета поведения и успеваемости гимназистов (1753 г., 1758 г.), которая включает ежедневное заполнение «помесных таблиц» учета поведения и выполнения «домашних эскерций»; табель «помесных эскерций» у ректора, в который записывается «каждого прилежание, остроумие, разделяя на три статьи – на лучших, на посредственных и последних»; «записки со мнением о их искусстве» по итогам «полугодовых эскерций». На основании табеля директор и инспектор проводили распределение. М. В. Ломоносов описывает систему экзаменов, включающую

Этапы и их краткая характеристика	Изменения форм оценки	Методы и нормы контроля
	оценки, в 1834 г. – словесные оценки 7 степеней, с 1848 г. – 12-балльная шкала оценки.	в себя переводные и выпускные экзамены, систему награждений и наказаний.
Этап 6 – изучение влияния оценки на личность обучающегося, отмена физических наказаний (вторая половина XIX в.). К середине XIX века в Европе а затем и в России развиваются теории гуманизации образования, усиливается внимание к личности обучающегося, изучается оценочная система обучения и возможности использования оценки для мотивации обучения.	Распространяется теория свободного воспитания, отвержение любого проявления подавления личности обучающегося, в том числе оценочные процедуры и отметки, его провоцирующие. В 1860 г. в России были официально отменены телесные наказания в школе. С 1894 г. в военных училищах и с 1901 г. в юнкерских училищах и военных академиях велся список кадетов (юнkerов), в котором в соответствии с баллами за успеваемость и дисциплину они делились на 3 разряда. Выпускникам в соответствии с разрядом присваивался чин.	Разрабатываются новые методики оценки, отражающие «развитие и успешность, проявленные учащимися по сравнению его с ним же в прежнее время», графические оценки (В.И. Фармаковский), письменные характеристики (П.Ф. Каптерев). С конца XIX века развивается тестовая методика исследования индивидуальных особенностей (А. Бине, Ф. Гальтон, Дж. Кеттелл, Э.Л. Торндайк) и педология.
Этап 7 – разработка новых методов оценки при строительстве «новой школы» (XX в.). В Советской России начинается реформирование системы образования, создание «новой школы»	В 1918 г. отменена балльная система оценки знаний, все виды экзаменов, индивидуальная проверка учеников на уроке, рекомендовались коллективные формы контроля и самоучет. Перевод из класса в класс, выдача свидетельств производились по отзывам педагогического совета об исполнении учебной работы. Со временем отсутствие единой системы оценки негативно сказалось на качестве образования. Восстановление экзаменов (1931 г.), переход к 5-балльной словесной системе оценки (1935 г.). В 1936 г. запрещаются тестологические испытания, в высшей школе устанавливается 4-балльная система оценки и вводятся дипломы с отличием и без отличия. В 1944 г. словесные оценки в школе были заменены на цифровые 1-5; введены выпускные экзамены на каждой ступени; золотые и серебряные медали.	В целях контроля знаний использовались дискуссии, рефераты, доклады, ведение дневников, выставки по итогам проделанной работы, разработка докладов на основе теоретического и практического материалов, конференции, собрания учащихся с отчетными докладами, ведение «рабочих книжек» и учетных карточек. Развитие педологии. В 1981 г. были регламентированы критерии выставления отметок. В 80-х гг. XX в. Проведение Ш. А. Амонашвили исследования воспитательной и образовательной функции оценки, эксперименты по безотметочному обучению. С конца 80-х гг. XX в. начинают разрабатываться методы компьютерного тестирования. После 1987 г. возникают средние школы нового типа (лицеи, гимназии и колледжи), которые получают право на применение инновационных методов оценки.
Этап 8 – глобализация оценочных процедур (конец XX в. – XXI в.). Образование в данный период характеризуется	В рамках Болонского процесса разработана общеевропейская шкала оценок (ECTS) для унификации национальных шкал.	Широкое распространение в вузах получила балльно-рейтинговая система оценки, которая стимулирует систематическую мотивированную

Этапы и их краткая характеристика	Изменения форм оценки	Методы и нормы контроля
открытостью, развитием глобализации и информатизации.	В России формируется система оценки качества образования (ОСОКО), внедряются принципы объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся. Реализуются процедуры единого государственного экзамена (ЕГЭ) и основного государственного экзамена (ОГЭ), всероссийские проверочные работы (ВПР), национальные исследования качества образования (НИКО). Независимая оценка качества образования охватывает все больше уровней образования и дисциплин.	работу студентов и позволяет учесть различные показатели их деятельности.

Вывод:

Проведенный исторический анализ убедительно доказывает, что развитие оценочных процедур в образовании является, по сути, эволюцией систем контроля, призванных обеспечивать качество обучения, соответствие результатов установленным стандартам и эффективное управление педагогическим процессом. Российский педагогический опыт служит яркой иллюстрацией того, что ослабление систематического и объективного контроля закономерно ведет к снижению управляемости и качества образовательных результатов. В современных условиях глобализации, стандартизации и цифровой трансформации значение контрольной функции лишь возрастает, однако требуются качественно новые подходы. На смену традиционным формам проверки знаний должна прийти система полифункционального контроля, органично сочетающая внешнюю оценку с внутренним мониторингом, охватывающая не только предметные знания, но и профессиональные

компетенции, и личностное развитие [7]. Такой контроль должен быть непрерывным, диагностико-прогностическим и основываться на данных, с активным использованием современных информационных технологий и математических алгоритмов для обработки информации и принятия обоснованных управленческих решений. Особенно актуально внедрение подобной системы в сфере профессионального, в частности военного, образования, где от сформированности компетенций напрямую зависит выполнение ответственных государственных задач. Таким образом, историческая ретроспектива и текущие вызовы подтверждают первостепенную важность контроля как основы эффективной образовательной системы и настоятельную необходимость разработки и внедрения комплексных, полифункциональных систем оценивания, что является стратегической задачей для обеспечения качества и конкурентоспособности отечественного образования.

Список литературы:

1. *Варакута А.А.* Периодизация развития педагогической оценки в истории образования // Педагогический профессионализм в образовании. Сборник научных трудов XIII международной научно-практической конференции – Новосибирск: ФГБОУ ВО «НГПУ», 2018.
2. *Григорьев В.В.* Исторический очерк русской школы. М.: Т-во Тип. А.И. Мамонтова, 1900 (репринтная копия).
3. *Джуринский А. Н.* История педагогики: учебное пособие для студ. педвузов. – М.: ВЛАДОС, 2000. – 432 с.

4. *История педагогики и образования. От зарождения воспитания в первобытном обществе до конца XX века: учебное пособие для педагогических учебных заведений / под общ. ред. акад. А. И. Пискунова.* – М.: ТЦ Сфера, 2007.
5. *Калдыбаев С. К.* Проблема контроля результатов обучения в историческом педагогическом опыте // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2007. – Т. 8. – № 30. – С. 68–77.,
6. *Латышина Д. И.* История отечественной педагогики и образования: учебник для академического бакалавриата: учебник для вузов, обучающихся по гуманитарным направлениям и специальностям. – М.: Юрайт, 2016. – 260 с.
7. *Чакурин В.А., Доманский В.А.* Исторический анализ системы контрольно-оценочной деятельности образовательного процесса в российском образовании // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2021. – № 4. – С. 107-114.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Авсеенко Александр Иванович , кандидат технических наук, доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского e-mail: avseenko@mail.ru	Avseenko Alexandr Ivanovich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Military Space Academy named after A.F.Mozhaisky e-mail: avseenko@mail.ru
Байгузов Вадим Олегович , филиал Военной академии Материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, г. Пенза e-mail: Vadimsvz2809@gmail.ru	Baiguzov Vadim Olegovich , Branch of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev, Penza e-mail: Vadimsvz2809@gmail.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
Салькова Дарья Владимировна , преподаватель кафедры организации повседневной деятельности, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: b-daria78@yandex.ru	Sal'kova Daria V. , teacher of the department of organization of daily activities, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of Logistics e-mail: b-daria78@yandex.ru
Екатерина Валерьевна Гладкова , кандидат филологических наук, преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: Gladius27@mail.ru	Ekaterina Valerievna Gladkova , PhD in Philology, Military Institute (engineering and technical) Military Academy name of army general A.V. Khrulev e-mail: Gladius27@mail.ru
Говоров Вячеслав Евгеньевич , ФГКВОУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного» e-mail: govorov.v.e.vas@gmail.com	Vyacheslav E. Govorov , Military orders of Zhukov and Lenin Red Banner Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny e-mail: govorov.v.e.vas@gmail.com
Гуков Дмитрий Владимирович , доктор технических наук, профессор. e-mail: guokovdmitry@rambler.ru	Gukov Dmitry V. , doctor of technical Sciences, professor, e-mail: guokovdmitry@rambler.ru
Гусев Николай Николаевич , доктор технических наук, профессор, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: goussev_nn@mail.ru	Gusev Nikolay Nikolaevich , Grand PhD in Engineering Sciences, Professor, A.F. Mozhaysky Military Space Academy e-mail: goussev_nn@mail.ru
Добрышкин Евгений Олегович , кандидат технических наук, докторант кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: edobryshkin@mail.ru	Dobrishkin Evgeniy Olegovich , Ph.D. of Engineering Sciences, Military Institute (Engineering and Technical) Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev, Doctoral Candidate of the Department of Life Support Systems for Military Infrastructure Facilities e-mail: edobryshkin@mail.ru
Егошин Алексей Михайлович , доктор технических наук, доцент, профессор кафедры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н.Зиничева». e-mail: al-ego@mail.ru	Alexey Mikhailovich Yegoshin , Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Fire Service University of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Hero of the Russian Federation, General of the Army E.N.Zinichev, Professor of the Department. e-mail: al-ego@mail.ru
Желонкин Дмитрий Васильевич , филиал федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации в городе Пенза e-mail: dizhelonkin58@yandex.ru	Zhelonkin Dmitry Vasilyevich , Branch of the Federal State State-Owned Military Educational Institution of Higher Education «Military Academy of Logistic Support named after General of the Army A.V. Khrulev» of the Ministry of Defense of the Russian Federation in Penza e-mail: dizhelonkin58@yandex.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Зубарев Алексей Владимирович , кандидат военных наук, Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского e-mail: zubarew.a@mail.ru	Zubarev Alexey Vladimirovich , Candidate of Military Sciences, Military Space Academy named after A.F.Mozhaisky e-mail: zubarew.a@mail.ru
Кондратьев Владислав Сергеевич , кандидат технических наук, доцент.	Kondratiev Vladislav Sergeevich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.
Коновалов Владимир Борисович , доктор экономических наук, профессор, начальник Штаба Материально-технического обеспечения e-mail: vlad.conovalow@yandex.ru	Konovarov Vladimir Borisovich , doctor of economics, professor. e-mail: vlad.conovalow@yandex.ru
Ласточкин Святослав Геннадьевич , старший преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: muromets86@internet.ru	Lastochkin Svyatoslav Gennadievich , Senior Lecturer, Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulyov e-mail: muromets86@internet.ru
Максимова Елена Вячеславовна , кандидат юридических наук, доцент, Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия» e-mail: elenamaksimova@yandex.ru	Maksimova Elena Vyacheslavovna , Candidate of Law Sciences, docent, Naval Academy Military Training and Research Center of the Russian Navy e-mail: elenamaksimova@yandex.ru
Маленков Кирилл Валерьевич , слушатель, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: malenkov-kv89@mail.ru	Malenkov Kirill Valerievich , Student, Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulyov e-mail: malenkov-kv89@mail.ru
Назаров Сергей Владимирович , кандидат технических наук, Вольский военный институт материального обеспечения, заместитель начальника кафедры e-mail: nsv-08@mail.ru	Nazarov Sergey Vladimirovich , Candidate of technical sciences, Volsky military institute of material support, Deputy head of the department e-mail: nsv-08@mail.ru
Обыденникова Юлиана Сергеевна , Федеральное государственное казённое образовательное учреждение высшего образования «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного», адъюнкт e-mail: juliana1806@yandex.ru	Obydennikova Juliana Sergeevna , The Federal state-owned treasury educational of Higher Education – Orders of «Military Zhukov and Lenin Red Banner Academy named after Marshal of the Soviet Union S.M.Budyonny», post graduate student. e-mail: juliana1806@yandex.ru
Овчинников Сергей Викторович , кандидат военных наук, доцент кафедры Управления техническим обеспечением войск национальной гвардии, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, г. Санкт-Петербург.	Ovchinnikov Sergey Viktorovich , Candidate of Military Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Support of the National Guard Troops, Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev, St. Petersburg.
Парфенова Татьяна Александровна , преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: taparfenova24@yandex.ru	T.A. Parfenova , lecturer, Military Institute (Engineering) e-mail: taparfenova24@yandex.ru
Перминов Евгений Олегович , кандидат архитектуры, доцент, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева. e-mail: e.perminov.83@mail.ru	Perminov Evgeny Olegovich , candidate of Architecture, Associate Professor, Military Institute (Engineering and Technical) of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: e.perminov.83@mail.ru
Поминова Ольга Леонидовна , доктор педагогических наук, профессор, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, профессор кафедры e-mail: ol1958@mail.ru	Olga Leonidovna Pominova , Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Military Institute (Engineering and Technical) Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev, Professor of the Department e-mail: ol1958@mail.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Путилин Павел Александрович , кандидат технических наук, старший преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: putpasha@mail.ru	Putilin Pavel Aleksandrovich , Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: putpasha@mail.ru
Ручкин Антон Александрович , кандидат технических наук, старший преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: ruchkin.1989@inbox.ru	Ruchkin Anton Aleksandrovich , Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ruchkin.1989@inbox.ru
Саркисов Сергей Владимирович , доктор технических наук, начальник кафедры, ВИ(ИТ) ВА МТО 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
Саркисова Екатерина Анатольевна , преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: ekaterishk@yandex.ru	Sarkisova Ekaterina A. , the applicant, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ekaterishk@yandex.ru
Тищенко Владимир Александрович , кандидат архитектуры, доцент, начальник кафедры ВИ(ИТ) ВА МТО	Tishchenko Vladimir Aleksandrovich , Candidate of Architecture, Associate Professor, Head of the Department of MI(E) VAMTO named after army General A.V. Khrulev
Федоров Александр Борисович , доктор технических наук, доцент, доцент кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: fabfop@mail.ru	Fedorov Alexander Borisovich , Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Life Support Systems, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: fabfop@mail.ru
Харламов Георгий Вадимович , кандидат технических наук, старший преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: georgio.85@mail.ru	Kharlamov Georgy Vadimovich , Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: georgio.85@mail.ru
Хамидов Дониёрбек Адилжонович , кандидат технических наук, заместитель начальника кафедры, ВИ(ИТ) ВАМТО имени генерала армии А. В. Хрулёва e-mail: poligon_vtu@mail.ru	Khamidov Doniyorbek Adiljonovich , Candidate technical sciences (PhD), Deputy head of the department, Military Institute (Engineering) of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: poligon_vtu@mail.ru
Чакурин Валерий Алексеевич , ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: vchakurin@mail.ru	Chakurin Valery Alekseevich , Military Academy of Logistic Support named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: vchakurin@mail.ru
Шарафадина Клара Ивановна , доктор филологических наук, доцент, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: belkaklara@mail.ru	Klara Sharafadina , PhD in Philology, Military Institute (Engineering) of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: belkaklara@mail.ru
Цыпнятов Валерий Борисович , кандидат военных наук, доцент, Федеральное государственное казённое образовательное учреждение высшего образования «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного» e-mail: zvb097@mail.ru	Tsyypnyatov Valeriy Borisovich , Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Federal state-owned treasury educational of Higher Education – Orders of «Military Zhukov and Lenin Red Banner Academy named after Marshal of the Soviet Union S.M.Budyonny» e-mail: zvb097@mail.ru
Эльцфон Денис Александрович , адъюнкт, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского	Eltsofon Denis Alexandrovich , post graduate student, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky
Ягодова Алевтина Александровна , кандидат филологических наук, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: iagodova@hotmail.com	Alevtina Iagodova , PhD in Philology, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: iagodova@hotmail.com

