

Издается с ноября 2016 года

«ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»

Научный журнал

№2(40) 2026 год

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» № 2(40)		Contents of the journal «MILITARY ENGINEER» № 2(40)	
Содержание	1	Contents	
Редакционная коллегия	3	Editorial Board	
Значимые даты и события	4	Significant dates and events	
<i>Ваучский М.Н.</i>	4	<i>Vauchsky M.N.</i>	
К столетию со дня рождения генерал-лейтенанта Николая Павловича Ваучского, выпускника ВИТУ ВМС и начальника ЛВВИСКУ		To mark the centenary of the birth of Lieutenant General Nikolai Pavlovich Vauchsky, a graduate of the Naval Institute of the Russian Academy of Naval Sciences and Head of the LVVISK	
<i>Кириленко В.И.</i>	9	<i>Kirilenko V.I.</i>	
К 104 годовщине Владимира Дмитриевича Дмитриева		On the 104th anniversary of Vladimir Dmitrievich Dmitriev	
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения		Design, construction and reconstruction of military facilities	
<i>Коновалов В.Б., Саркисов С.В.</i>	12	<i>Konovalov V.B., Sarkisov S.V.</i>	
Расквартирование войск вооруженных сил США		Cantonment of the US Armed Forces	
<i>Бондарев А.В., Бирюков Д.В., Егоров Т.К., Петрушин И.Е., Хальметов Р.Р.</i>	32	<i>Bondarev A.V., Biryukov D.V., Egorov T.K., Petrushin I.E., Khal'metov R.R.</i>	
Оптимизация планирования при восстановлении объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры при ликвидации последствий вооруженных конфликтов		Optimization of planning for the restoration of unfinished military infrastructure facilities in the aftermath of armed conflicts	
<i>Носов В. А., Припадчева Н. А., Угрюмов В. Н.</i>	38	<i>Nosov V.A., Pripadcheva N. A., Ugrjumov V.N.</i>	
Чугунные трубопроводы. Надежно, долговечно, актуально (Результаты анализа работы чугунных трубопроводов, находившихся в эксплуатации более 120 лет)		Cast-iron pipelines. Reliable, durable, relevant (Results of an analysis of cast-iron pipelines that have been in operation for more than 120 years)	
<i>Лопатин С.А., Кириленко В.И., Харламов Г.В., Юдин А.Б.</i>	47	<i>Lopatin S.A., Kirilenko V.I., Kharlamov G.V., Yudin A.B.</i>	
Системы водоснабжения и водоотведения военных санитарных поездов: состояние и перспективы		Water supply and sanitation systems for military sanitary trains: status and prospects	
<i>Бокарев М.А.</i>	53	<i>Bokarev M.A.</i>	
Методический инструмент обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия войск при организации полевого водообеспечения		A methodological tool for ensuring the sanitary and epidemiological well-being of troops in the organization of field water supply	
<i>Саркисов С.В., Кича М.А., Андрушко А.В.</i>	61	<i>Sarkisov S.V., Kicha M.A., Andrushko A.V.</i>	
Методика оптимизации комбинированной атмосферонезависимой неядерной энергетической установки для объектов военной инфраструктуры		Optimization methodology of a combined atmospheric independent non-nuclear power plant for military infrastructure facilities	
<i>Синькевич Ю.О., Синькевич Е.Ю.</i>	69	<i>Sinkevich Yu.O., Sinkevich E.Yu.</i>	
Особенности квартирно-эксплуатационного обеспечения Войск национальной гвардии в районе специальной военной операции		Features of housing and maintenance support for the National Guard Troops in the area of a special military operation	
<i>Родионов В.О.</i>	75	<i>Rodionov V.O.</i>	
Модернизация физико-математического описания процесса топливоподачи дизеля с учётом фазирования впрыска		Modernization of the physico-mathematical description of the diesel fuel supply process, taking into account injection phasing	
<i>Саркисов С.В., Лузянин И.А., Хочев Л.А.</i>	82	<i>Sarkisov S.V., Luzyanin I.A., Khochev L.A.</i>	
Комплексная оценка технического состояния напорных фильтровальных установок и мембранных элементов систем водоподготовки специальных подземных сооружений без демонтажа оборудования		Comprehensive Assessment of the Technical Condition of Pressure Filtration Units and Membrane Elements in Water Treatment Systems of Special Underground Structures Without Equipment Dismantling	

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» № 2(40)		Contents of the journal «MILITARY ENGINEER» № 2(40)	
Теория воинского обучения и воспитания		Theory of military training and education	
<i>Фаттахова Н.А., Аванесова Т.П., Левчина И.Б.</i>	93	<i>Fattakhova N.A., Avanesova T.P., Levchina I.B.</i>	93
Методология разработки и применения онлайн-платформы для интерактивных учебных материалов в процессе формирования профессиональных компетенций обучающихся военных вузов		Methodology for the development and application of an online platform for interactive educational materials in the process of forming professional competencies of military university students	
<i>Саркисова Е.А.</i>	99	<i>Sarkisova E.A.</i>	99
Разработка цифровых инструментов обеспечения преемственности в подготовке военных инженеров-исследователей: инновационные подходы и практические решения		Development of digital tools to ensure continuity in the training of military research engineers: innovative approaches and practical solutions	
Военная история		Military history	
<i>Курмышов В.М., Рыбицкий В.А.</i>	109	<i>Kurmyshov V.M., Rybitsky V.A.</i>	109
Решение Генштаба: уйти под воду		The decision of the General Staff: Go under water	
<i>Борисов А.А., Чаплинский Б.С.</i>	119	<i>Borisov A.A., Chaplinsky B.S.</i>	119
Единоборство как ритуал. Поединок князя Мстислава и Редеди		Martial arts as a ritual. The duel between Prince Mstislav and Rededi	
<i>Борисов А.А., Курмышов В.М.</i>	123	<i>Borisov A.A., Kurmyshov V.M.</i>	123
Зарождение и развитие кулачного боя, как системы физического воспитания воинов Древнерусского Государства		The origin and development of fist fighting as a system of physical education of warriors of the Ancient Russian State	
Сведения об авторах	137	Information about the authors	137

Главный редактор журнала – Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, почетный работник сферы образования РФ

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 РФ;

Борисов Алексей Александрович, кандидат технических наук, кандидат педагогических 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 РФ;

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук, профессор;

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор;

Изонов Виктор Владимирович, доктор исторических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ;

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 РФ;

Путилин Павел Александрович, кандидат технических наук;

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук, профессор;

Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, почетный работник сферы образования РФ;

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор;

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

Третьяков Юрий Александрович, доктор военных наук, профессор;

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).

Выпускающий редактор: Путилин П.А.	Сдано в набор 22.06.2026	Бумага типографская
Редактор текстов на английском языке: Путилин П.А.	Подписано в печать 24.06.2026	Печать цифровая
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Путилин П.А.	Формат бумаги 60×90 1/8	Заказ № 2/26
Дизайн обложки: Путилин П.А.		Тираж 300 экз.
Вёрстка: Тюрин А.В.		Цена договорная

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

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

Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2026, №2(40)

**Ваучский М.Н.
Vauchsky M.N.**

**К столетию со дня рождения генерал-лейтенанта Николая Павловича Ваучского,
выпускника ВИТУ ВМС и начальника ЛВВИСКУ**

**To mark the centenary of the birth of Lieutenant General Nikolai Pavlovich Vauchsky, a
graduate of the VITU of the Navy and the head of the LVVISKU**

Аннотация. В статье, посвящённой 100-летию со дня рождения Н. П. Ваучского, очерчена его биография, дан краткий обзор событий жизненного пути и тех аспектов руководящей, научной и практической деятельности, в которых он выступил как инициатор традиций и новатор.

Abstract. The article, dedicated to the 100th anniversary of N. P. Vauschsky birth, outlines his biography and provides a brief overview of his life events and the aspects of his leadership, scientific, and practical activities where he acted as an initiator of traditions and an innovator.

Ключевые слова: Николай Павлович Ваучский, столетие, курсант, инженер-лейтенант, генерал-лейтенант, кафедра, ВИТУ ВМС, ЛВВИСКУ, ВИТУ.

Keywords: Nikolai Pavlovich Vauschsky, century, cadet, engineer-lieutenant, lieutenant-general, department, VITU Navy, LVVISKU, VITU.

19 мая 2026 года исполняется сто лет со дня рождения Николая Павловича Ваучского, участника Великой Отечественной войны, доктора технических наук (1972), профессора (1973), Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР (1980), лауреата Премии Совета Министров СССР (1988), почётного профессора ВИТУ (1996), академика Российской Академии технологических наук (1996) – первого из выпускников нашего вуза, ставшего его начальником.

Был награждён орденами “Отечественной войны 1-ой степени”, “Красной звезды”, “За службу Родине в ВС СССР III степени”, орденами ГДР и БНР, 33 медалями СССР и зарубежных стран. Ветеран подразделений особого риска. За участие в подземных ядерных испытаниях награждён орденом “Мужества”.

Николай Павлович родился в г. Вологде в семье учителей: отец –

Павел Николаевич – преподавал русский язык и литературу, а мать – Анастасия Константиновна – математику. Старший брат Николая Павловича – Игорь курсант Высшего военно-морского училища имени Дзержинского – погиб 17 сентября 1941 года при переправе через Ладожское озеро. Двое младших братьев добились серьёзных успехов на гражданской стезе: Артемий руководил в Госплане подотделом цветной металлургии, а Юрий стал доктором технических наук.

Параллельно с учёбой Николай Павлович занимался в спортивных школах лыжами и акробатикой, много читал. Когда началась война, после уроков работал пильщиком брёвен. После окончания школы поступил в ВИТУ ВМС. В период обучения один год был Сталинским стипендиатом. В июле 1944 года проходил практику на действующих батареях Северного флота (мыс Сеть-Наволлок), участвуя в обеспечении проводки союзных конвоев. В 1948 году

окончил училище с отличием (факультет берегового строительства) и был распределён на Черноморский флот.

Восстанавливал Севастополь, Новороссийск, Измаил, строил береговые

батареи, подземные, гидротехнические и фортификационные сооружения. Последовательно занимал должности от прораба до главного инженера строительства.



Курсант ВИТУ ВМС



Инженер-лейтенант в Севастополе

В последующем Николай Павлович многократно награждался за свои достижения различными грамотами и ценными подарками, но наиболее значимой для него была одна,

полученная в 1952 году в Севастополе от Николая Герасимовича Кузнецова. Военно-морской министр СССР лично награждал старшего инженер-лейтенанта.



Грамота от военно-морского министра



Инженер-капитан в Ленинграде

В 1953 году Николай Павлович вернулся в ВИТУ ВМФ на кафедру Подземных сооружений, где занимался преподавательской и научно-исследовательской работой, и в 1959 году в качестве соискателя защитил кандидатскую диссертацию в области расчёта обделок подземных сооружений по предельным состояниям. В 1961 году создал и по 1968 год возглавлял проблемную научно-исследовательскую лабораторию по защите сооружений от средств поражения. Эта лаборатория проводила исследования на Семипалатинском полигоне, участвуя в проведении серий подземных ядерных взрывов в 1963, 1965, 1967 и 1975 годах.

С 1959 по 1975 год возглавлял кафедру Подземных сооружений. Будучи соискателем, написал и защитил докторскую диссертацию на тему: “Исследование сейсмического действия ядерного взрыва на внутренние объекты специальных подземных сооружений” (методы анализа и испытания). В 1975 году возглавил наше училище и руководил им 13 лет вплоть до выхода в запас в 1988 году.

Может быть, где-то в эти годы и был застой, но только не в ЛВВИСКУ. За это время училищу были переданы, реконструированы и введены в эксплуатацию здания Централных артиллерийских офицерских курсов (ЦАОК), располагавшиеся вдоль улицы Воинова (ныне Шпалерная). В них разместились учебные помещения факультета строительства военно-морских баз, санитарно-технического факультета, а также управления училища. В 1977 году было введено в эксплуатацию четырёхэтажное здание новой курсантской столовой. В 1980 году на улице Каляева (ныне Захарьевская) были сданы в эксплуатацию казарменные корпуса и спортивный комплекс. В начале 1988 года был сдан в эксплуатацию первый из корпусов на улице Робеспьера. В старых корпусах были проведены работы по переоборудованию интерьеров. Не менее

мощными темпами шло развитие полигона в посёлке Приветнинское. Ежегодно выпускалось около тысячи лейтенантов-инженеров.

Николай Павлович очень много и напряжённо работал, но никогда не забывал про свою жену – Светлану Александровну, которая поддерживала его во всех начинаниях, и сыновей – Михаила и Александра, пошедших по его стопам. Генералы иногда пристраивают своих детей, создавая им тепличные условия. Николай Павлович поступил иначе. Старший после окончания ЛВВИСКУ девять лет прослужил на Севере, а младший – 7 лет на Камчатке.

С середины семидесятых годов в училище функционировали туристический клуб “Буссоль” и школа инструкторов туризма.

Начиная с 1975 года, курсанты училища регулярно проводили дальние шлюпочные переходы. Из Ленинграда они доходили по рекам, каналам, озёрам и водохранилищам до Архангельска, Вологды, Горького, Москвы, Севастополя и Ярославля. В этих походах, занимающих несколько недель, Николай Павлович не имел возможности участвовать, но встречал курсантов в конечных пунктах маршрута и после отправки шлюпок по железной дороге, возвращался назад на сопровождавшем их рейдовом катере. Неофициально ЛВВИСКУ называли самым морским из всех сухопутных училищ, а фактически его сборная команда регулярно выигрывала шлюпочные гонки и у морских училищ.

Ежегодно в День Советской Армии и Военно-Морского Флота проводились лыжные походы через Ладожское озеро по Дороге жизни. В большинстве случаев Николай Павлович принимал в них участие. Он любил спорт: лазил по горам, плавал, играл в большой теннис, имел второй разряд по шахматам, стрелял из пистолета (иногда оказываясь чемпионом среди постоянного состава). А ещё любил рыбачить и собирать грибы.



На вёслах



На рыбалке

После выхода в запас Николай Павлович в период с 1988 по 1995 год работал Главным научным сотрудником в НИЦ 26 ЦНИИ, решая проблемы в области сейсмозащиты подземных атомных электростанций и утилизации реакторных отсеков ПЛА. В 1995 году вернулся в ВИТУ и работал на должностях профессора и Ведущего научного сотрудника над проблемами водородной энергетики, хранения и транспортирования сжиженного природного газа, а также комплексного использования подземного пространства. С 1993 года был председателем Проблемного совета Академии технологических наук России по

комплексному использованию подземного пространства Северо-западного региона.

Николай Павлович был специалистом высочайшего уровня, автором более 300 научных работ, в том числе учебника, монографий, нормативных документов и более 60 изобретений. Основал несколько научных направлений, способствовал созданию ряда научных школ и подготовке более 20 докторов наук. Он был честным, порядочным и очень жизнерадостным человеком. Имел много друзей и соратников. А ещё не боялся сложных задач и не знал слова “невозможно”. Искал и находил способы решения любых технических и организационных проблем.



Начальник ЛВВИСКУ

Умер Николай Павлович 4 февраля 2009 года. Он похоронен на Северном кладбище Санкт-Петербурга, но светлая



Почётный профессор ВИТУ

память о нём надолго останется в сердцах его потомков, учеников и офицеров ВИТУ.

К 104 годовщине Владимира Дмитриевича Дмитриева

On the 104th anniversary of Vladimir Dmitrievich Dmitriev

Аннотация. В статье, посвящённой 104 годовщине со дня рождения В.Д. Дмитриева, очерчена его биография, дан краткий обзор событий жизненного и служебного пути.

Abstract. The article dedicated to the 104th anniversary of V.D. Dmitriev's birth outlines his biography and provides a brief overview of the events of his life and career.

Ключевые слова: Дмитриев Владимир Дмитриевич, сто четвертая годовщина, курсант, лейтенант, полковник, кафедра, ВИТУ ВМС, ЛВВИСКУ, ВИТУ.

Keywords: Dmitriev Vladimir Dmitrievich, one hundred and fourth anniversary, cadet, lieutenant, colonel, department, VITU of the Navy, LVVISK, VITU.

9 мая 2026 г. **ВЛАДИМИР ДМИТРИЕВИЧ ДМИТРИЕВ** отметил свое **104**-летие!

Прожить на свете на четыре года больше
века

Судьбой дано не каждому!
Вы – уникальный человек!
Вам с восхищением скажем мы.
И просим нам открыть секрет
Такого долголетия,
Чтоб все могли на склоне лет
Вот так, не один раз перешагнуть
столетие!

Мы поздравляем Вас сейчас
И от души желаем:
Пусть жизнь как прежде любит Вас,
И Бог благословляет!

Владимир Дмитриевич Дмитриев (кандидат технических наук, доцент, полковник, участник Великой отечественной войны, награжденный орденом Отечественной войны I степени, медалями «За оборону Кавказа», «За боевые заслуги» и другими 9 медалями) родился 09 мая 1922 году в деревне Екимовщина,

Демянского района, Новгородской области в крестьянской семье.

В 1939 году поступил в Высшее Военно-Морское инженерно-строительное училище (рис. 1).



Рис. 1. Курсант ВВМИСУ РК ВМФ Дмитриев В.Д. (на фото справа), 1939 г.

В 1941 году по рапорту был переведен в Бакинское Высшее Военно-морское училище, в котором пробыл с 17 июня по октябрь 1941 года.

С началом Великой Отечественной войны подал рапорт о направлении в действующую армию. Просьба была частично удовлетворена, и Дмитриев В.Д. был переведен в Бакинское училище Зенитной артиллерии. После окончания, которого

в июне 1942 года в звании лейтенанта был направлен в распоряжение Грозненского дивизионного района противовоздушной обороны (ПВО).

До мая 1946 года служил в разных воинских частях в должности командира огневого взвода и помощника начальника штаба дивизиона.

В мае 1946 года Владимир Дмитриевич демобилизовался и переехал в г. Ленинград. В октябре 1946 года поступил на второй курс Ленинградского инженерно-строительного института на санитарно-технический факультет.

Окончил институт в 1950 году с отличием и направлен на работу в пятый государственный проектный институт средств связи, где работал до

вторичного призыва в кадры Военно-Морских сил.

С ноября 1951 по июль 1952 года служил в должности командира роты отдельного монтажно-технического батальона, а затем с июля 1952 года был переведён на должность старшего офицера монтажного управления Строительного управления Ленинградской Военно-морской базы.

В августе 1954 года направлен на службу в Высшее инженерно-техническое Краснознаменное училище (ВВИТКУ) на преподавательскую деятельность. В училище проработал до 1970 года, был демобилизован и избран на должность доцента кафедры водоснабжения Ленинградского инженерно-строительного института (ЛИСИ) (рис. 2).



Рис. 2. Дмитриев В.Д. в годы службы службы в Строительном управлении Ленинградской Военно-морской базы, 1950 г., ВВИТКУ, 1970 г. и работы в ЛИСИ

Будучи в ВВИТКУ, защитил кандидатскую диссертацию в 1962 г. и, в 1963 году, утверждён в учёном звании доцента. В числе учеников Владимира Дмитриевича были, ставшие впоследствии докторами технических наук, профессорами – Лямаев Б.Ф., Ильин Ю.А., Аверьянов В.К. и многие другие.

За время службы в ВВИТКУ и работы в ЛИСИ Дмитриевым В.Д. издано более ста научных и учебно-методических трудов, в т. ч. монографий «Методы очистки воды в условиях Севера», «Бурение скважин на воду в условиях Севера» (в соавторстве), «Справочник по

эксплуатации систем водоснабжения, канализации и газоснабжения», изданного в 1981 г., переизданного в 1988 и 1993 годах (в соавторстве), «Городские инженерные сети и коллекторы» (в соавторстве).

Кроме изданий, отражающих научные и технические вопросы по специальности, Владимир Дмитриевич занимался историей развития водоснабжения и водоотведения города Ленинграда-Санкт-Петербурга и его пригородов: «Водоканал 1941-1945 гг.» (1995); «Водоснабжение и водоотведение города Ленинграда»

(2002); «Водоснабжение и водоотведение населённых пунктов Пушкинского района» (2007); «Водоснабжение и канализация Ленинграда в период ВОВ» (2005); «Водоснабжение и водоотведение населённых пунктов Петродворцового района» (2007); «Водоснабжение и водоотведение населённых пунктов Кронштадского района» (2007); «Водоснабжение и водоотведение населённых пунктов Курортного

района» (2008); «Водоснабжение и водоотведение населённых пунктов Колпинского района» (2009).

Уважаемый Владимир Дмитриевич! Редакция и редакция журнала, многочисленные ученики и соратники поздравляют Вас с Днем рождения и желают Вам крепкого здоровья, многих счастливых дней, благополучия, бодрости, тепла и заботы близких людей.

УДК 355

Коновалов В.Б., Саркисов С.В.
Konovalov V.B., Sarkisov S.V.

Расквартирование войск вооруженных сил США

Military construction US departments of defense

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления деятельности по расквартированию войск и квартирно-жилищному обеспечению военнослужащих вооруженных сил США. Основное внимание уделено деятельности по проектированию и строительству жилых объектов, порядку их финансирования, правилам и условиям проживания в жилом фонде МО США, устойчивости к окружающей среде и энергии.

Annotation. The article examines the main areas of activity concerning troop billeting and housing provision for U.S. Armed Forces personnel. Primary attention is given to the activities related to the design and construction of residential facilities, their financing procedures, the rules and conditions for residing in the U.S. Department of Defense (DoD) housing stock, and environmental and energy sustainability.

Ключевые слова или словосочетания: проектирование и строительство, казармы и общежития, энергоснабжение, Министерство обороны США, правила проживания, финансирование строительства.

Key words or phrases: Design and construction, Barracks and dormitories, Power supply, U.S. Department of Defense, Residential regulations, Construction financing.

В армии США производятся значительные улучшения казарм и условий проживания военнослужащих. В частности, с 2014 года улучшилось качество учебных корпусов и казарм для постоянного проживания на 14 и 5 % соответственно, хотя доля оборудования жилых зданий в плохом или аварийном состоянии увеличилось в 2018 году с 22 до 25 %.

Значительно увеличились инвестиции в казармы и жилье. Кроме того, ведется работа, чтобы улучшить 90 % общего армейского жилищного оборудования до хорошего состояния к концу 2020 финансового года.

На 2019 год армия запросила 2 млрд долл. на строительство и 4,7 млрд долл.

на эксплуатацию, ремонт и модернизацию. Один из крупнейших проектов стоимостью 99 млн долл. – учебный центр в Форт-Гордоне, штат Джорджия.

В то время как только 141,4 млн долл. из общих 1,5 млрд долл., выделяемых на строительство в армии, направляются на строительство нового семейного жилья, 407,9 млн долл. выделяются на эксплуатацию и обслуживание семейного жилья.

Законодатели добавили 50 млн долл. к запросу армии об улучшении жилищного обеспечения семей военнослужащих в ответ на широко распространенные жалобы на состояние приватизированных домов.

Финансирование призвано повысить способность служб обеспечивать надзор и эксплуатацию военного семейного жилья.

Финансируются только три проекта строительства семейного жилья: 432 квартиры в рамках четвертого этапа строительства в Кэмп-Хамфрис в Южной Корее, 26 квартир в депо армии Тобиханна в Пенсильвании и увеличение до 68 квартир в Баумхолдере, Германия.

В законопроекте имеются несколько крупных армейских проектов, которые включают 73 млн

долл. на строительство комплекса казарм в Форт-Силле, штат Оклахома.

Для армейского резерва комитет выделил 25 млн долл. на временные учебные казармы в форте Маккой, штат Висконсин.

Бюджет на 2024 финансовый год, представленный Комитетом по вооруженным силам Сената на строительство жилья, предусматривал выделение свыше 1,940 млрд долларов.

В конечном итоге Конгресс принял бюджет на строительство жилья на 2024 финансовый год немного менее 2 млрд долл. (таблица 1) [1].

Таблица 1. Запланированные финансовые расходы на строительство жилья в 2024 году (в тысячах долларов)

Счета военного строительства	Запрос на 2024 год	Разрешено Палатой представителей	Разрешено Сенатом	Принятый бюджет
Семейное жилье	1 933 644	1 960 644	1 933 644	1 972 033
Фонд улучшения семейного жилья	6 611	6 611	6 611	6 611
Фонд улучшения жилья одиноких военнослужащих	496	496	496	496
Всего	1 940 751	1 967 750	1 940 751	1 979 140

Принимаются меры к экономии потребляемой электроэнергии, используемой для отопления, кондиционирования, вентиляции зданий и иных нужд.

Так, здания должны проектироваться и модернизироваться таким образом, чтобы снизить уровень потребления энергии не менее чем на 30 % от уровня, установленного Международным энергетическим кодексом 2004 года. В 2008 году армией США проводились исследования по экономии на 30 % электроэнергии, используемой на данные нужды. Исследование охватывало восемь типов зданий (казармы, штаб батальона, объект технического обслуживания,

столовая, центр развития ребенка и армейский резервный центр) в 15 климатических зонах США.

Среди перечисленных объектов исследовались казармы типа UEPH (unaccompanied enlisted personal housing), предназначенные для проживания военнослужащих в отдельных комнатах. Казармы типа UEPH похожи на жилые дома с 78 двухкомнатными квартирами, общей вместимостью 156 человек. Каждая квартира имеет две спальни с кладовой, ванной комнатой и кухней. Первый этаж имеет 24 квартиры, прачечную, общую зону, большое техническое помещение и кладовую. На втором и третьем этажах находятся по 27 квартир и прачечной.

Площадь каждого этажа составляет 18 403 кв. футов, всей казармы – 55 209 кв. футов (рисунок 1).

В казармах электроэнергия используется для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также для подачи горячей воды.

Проводились исследования по оптимизации уровней изоляции стен и крыш и типов окон, работы системы механической вентиляции. Решения выбирались в зависимости от местоположения казармы, что обеспечило высокую экономию энергии и низкий рост

затрат на реконструкцию. Минимальный 30-летний срок окупаемости предполагает экономию около 5 % электроэнергии.

Среднее использование горячей воды составляло 30 галлонов в день на человека при температуре 110 °F с максимальным потреблением 40 галлонов в час на человека от водонагревателя 140 °F. Пиковое использование стиральных машин на этаже предполагает четыре загрузки или 80 галлонов в час горячей воды 120 °F, что составляет приблизительно 53 галлона в час от водонагревателя 140 °F.

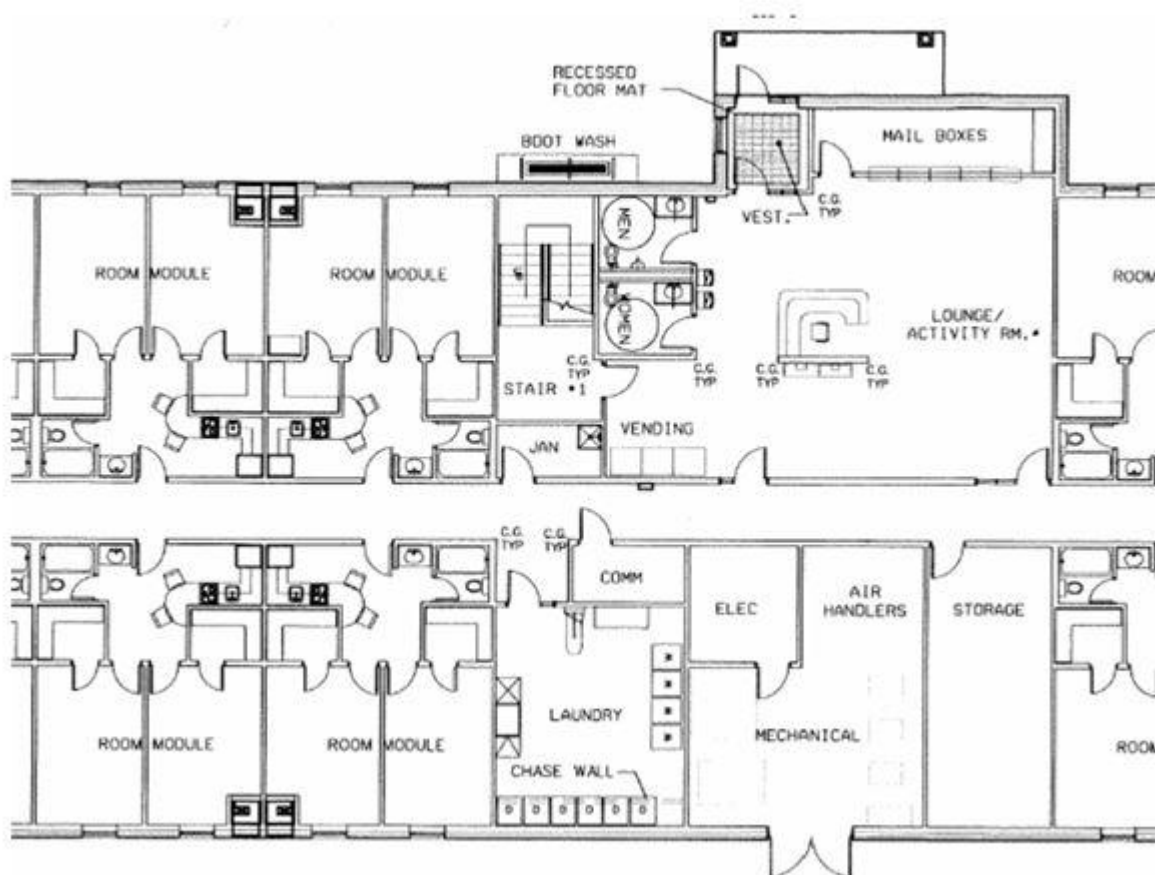


Рисунок 1. План первого этажа казарм типа UEPH

Источниками потребления электроэнергии в казарме являются имеющиеся в каждой спальне компьютер, стереосистема, телевизор и другие, меньшие по размеру электронные устройства. На каждой кухне находятся холодильник и электрическая плита. В казарме предусмотрены 14 стиральных машин в

здании (4 на первом этаже и по 5 на втором и третьем этажах) и сушилки.

Результаты исследования, показавшие возможность экономии до 29 % электроэнергии в двух климатических зонах и до 50 % в 10 климатических зонах, учитываются при проектировании новых зданий.

Для экономии электроэнергии

широко применяется солнечная энергетика. Например, благодаря своему расположению форт Ирвин в пустыне Мохаве (Калифорния) относится к одной из территорий, обладающих большим потенциалом солнечной энергии. В сочетании с большим числом безоблачных дней, это создает идеальные условия для использования солнечной энергетика.

Первоначальный проект предполагал получение 500 киловатт, но затем его мощность удвоили до 1 мегаватта. Система обошлась в 6,1 млн долларов (рисунок 2).

Концентрированная солнечная фотоэлектрическая система состоит из модуля стеклянной пластины линзы Френеля, концентрирующей солнечную

инсоляцию. Монтажная рама с двумя осями оптимально позиционирует массив для отслеживания солнца, который включает в себя блоки управления, контролирующие выходную мощность постоянного тока. Каждый модуль имеет наземное основание и осушитель воздуха модуля контроля влажности для предотвращения коррозии и роста плесени. Для снижения потерь постоянного тока применяются инверторы переменного тока. Все это увеличивает эффективность преобразования на 31 %, почти вдвое выше среднего показателя эффективности обычного фиксированного положения фотоэлектрических модулей.



Рисунок 2. Типовая двухосная система слежения, концентрированная солнечная фотоэлектрическая батарея и основание

Совокупная мощность, произведенная с июля 2016 по август 2017 года, достигла 9 116 мегаватт-часов, в результате чего экономия составила 528 500 долл. [2].

В форте Хантер Лиггетт (Калифорния) в 2014 году разработали

проект модернизации четырех казарм постройки середины 1970-х годов до уровня, полностью обеспечивающих себя электроэнергией.

В ходе проектирования выработали наилучший подход повышения энергоэффективности для решения задач

отопления и получения горячей воды для бытовых нужд без использования традиционного топлива.

Предусматривались энергосберегающие подходы, включая рекуперацию энергии при отводе тепла при охлаждении здания, нагрева горячей воды, применение испарительных охладителей и тепловых насосов, светодиодное внутреннее освещение и установку вентиляционных отверстий тепловых насосов вместо стандартных вентилируемых сушилок, допускающих большие потери кондиционированного воздуха [3].

Почти две трети электрической



Рис. 3. Новые тепловые насосы

Командование ВМС поставило задачу к 2020 году, чтобы здания ВМС получали половину необходимой энергии из возобновляемых источников, и чтобы половина всех зданий использовала не больше энергии, чем они сами производят.

Реконструкция зданий казарм несет в себе все признаки нового мышления о строительстве. Само здание экономит воду с помощью кранов с низким расходом, включая туалеты. Внутри каждой спальной комнаты имеется

мощности расходуется для отопления казармы и получения горячей воды. Это связывается с почти мгновенной нагрузкой на душ для 300 солдат в одно время суток.

С этой целью в казармах установлены 450-киловаттные электрические водонагреватели. Система использует четыре 1000-галлонных бытовых резервуара для горячей воды. Подробная технология сокращает годовое потребление энергии в казармах до 75 %, позволяя установленным на крыше солнечным панелям полностью обеспечивать казарму электроэнергией (рисунки 3, 4).



Рис. 4. Резервуары для горячей воды

встроенный микроволновый /холодильный агрегат: чтобы снизить нагрузку на местную электросеть, компрессор холодильника отключается при использовании микроволновой печи, чем достигается энергетическая эффективность.

Добавлены потолочные вентиляторы для обеспечения циркуляции воздуха, а новые теплоизоляционные двери и окна сохраняют тепло в комнатах в холодное время года.

Около 15 % энергии здания

поступает от солнечной батареи мощностью 50 кВт, установленной на крыше. Панели выполняют двойную функцию: поглощая много тепла, они защищают здание от перегрева [4].

Проекты воинских зданий, сертифицированные по стандарту LEED-

Silver, включают в себя ряд технологий, таких как наружные блоки с рекуперацией тепла, водонагреватели с КПД до 97 %, солнечные тепловые батареи для нагрева воды, приборы с низким расходом воды и энергосберегающее освещение.



Рисунок 5. Интерьеры жилого блока

Архитекторы, проектирующие военные здания сегодня, реализуют большие изменения в подходе командования к планированию, проектированию и строительству объектов.

«Качество жизни» вошло в лексикон проектировщиков и влияет на все области процесса проектирования – от общего планирования и планирования отдельных объектов до требований к дизайну каждого типа здания, включая его внутреннюю планировку и обстановку.

ВВС и армия работали вместе над созданием нового стандарта казарм «1+1». Они разработали особый набор критериев, таких как повышение уровня конфиденциальности, предоставление кухонь и ванных комнат, строительство гардеробных и увеличение мест для хранения вещей.

Новый модуль предоставлял двум военнослужащим класса Е-1 – Е-4 две отдельные спальные комнаты, общую кухню и ванную комнату. Военнослужащие класса Е-5 и выше

получали целые отдельные модули [5].

ВВС первыми начали программу улучшения жилищных условий. Все военнослужащие, после базовой подготовки, имеют право на отдельную комнату. ВВС начали с переоборудования казарм в общежития концепции «1+1», предусматривающей отдельную комнату, общую небольшую кухню и ванную комнату или душ (рисунки 5, 6).

В 2003 году критерии казарм в армии вновь меняются. Стандарт «1+1Е» также получил модуль с двумя комнатами, одной ванной и кухней. Произошло увеличение общей площади с 118 до 140 кв. футов на человека, включая два шкафа по 32 кв. фута и общую ванную. Общую кухню оборудовали микроволновой печью, варочной панелью, раковиной и холодильником. По возможности, каждый модуль должен иметь свою собственную стиральную машину или, как минимум, прачечную на каждом этаже. Окна в комнатах стали закрываться в целях конфиденциальности, защиты от

терроризма и контроля (рисунок 8).

На территории воинских частей живут в основном холостые

военнослужащие,

обычно размещающиеся в домах на четыре человека или общежитиях.



Рисунок 6. Интерьеры жилого блока

Произошло увеличение общей площади с 118 до 140 кв. футов на человека, включая два шкафа по 32 кв. фута и общую ванную. Общую кухню оборудовали микроволновой печью, варочной панелью, раковиной и холодильником. По возможности, каждый модуль должен иметь свою собственную стиральную машину или, как минимум, прачечную на каждом этаже. Окна в комнатах стали закрываться в целях конфиденциальности, защиты от терроризма и контроля (рисунок 8).

На территории воинских частей живут в основном холостые военнослужащие, обычно размещающиеся в домах на четыре человека или общежитиях. Обновив свою программу, ВВС перешли в 2004 году к концепции «Dorms-4-Airmen» [6]. Общежитиями по этой программе считаются квартиры с четырьмя спальнями. У каждого из четырех военнослужащих имеется отдельная

комната и отдельная ванная, а также общая гостиная, кухня, стиральная машина и сушилка (рисунки 8, 9).

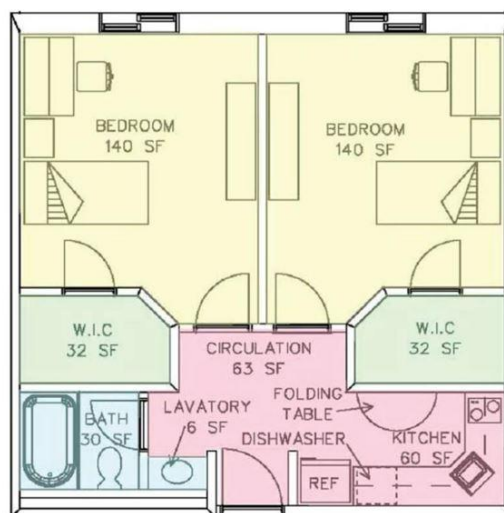


Рисунок 7. План жилого блока на двух солдат, стандарта 1+1Е

В ВМС тысячи матросов жили на кораблях, даже когда корабли находились на базах. В ВМС, кроме береговых казарм для личного состава, имелись плавучие казармы, основными пользователями которых являются подводные силы и военно-морские верфи. Подводным

лодкам, на время нахождения на базах, требуются места отдыха практически для всего экипажа. Это возможно только в обычных или плавучих казармах. Военно-морские верфи имеют плавучие казармы для размещения экипажа на время ремонта корабля.

Построить достаточное количество общежитий на базах ВМС для обеспечения всех матросов одноместными комнатами стоило очень дорого. ВМС решили проблему, получив разрешение от Конгресса использовать частную промышленность для строительства и эксплуатации приватизированного жилья для матросов. Как и в армии, жилье представляет собой трехкомнатную квартиру. У каждого матроса имеется отдельная спальня, собственная ванная комната, а также

общие с другим матросом кухня, столовая и гостиная.

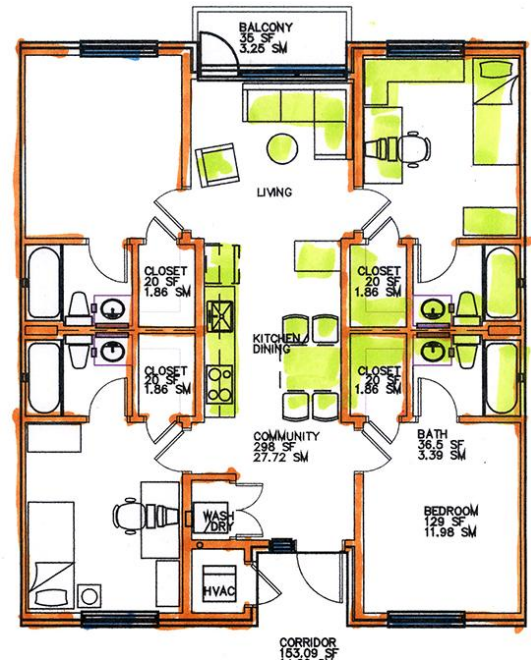


Рисунок 8. План четырехместного жилого модуля общежития



Рисунок 9. Вид общежития BBC «Dorms-4-Airmen»



Рисунок 10. Плавучая казарма APL-18 у причала ВМБ Сан-Диего

Подобно приватизированному семейному жилью, матрос платит ежемесячную арендную плату за комплексное управление, равную их жилищному пособию. Оплата охватывает все коммунальные услуги и страхование аренды. План

предусматривает включение в жилые комплексы фитнес-центров, медиацентров и технологических центров.

Корпус морской пехоты выбрал иной путь, считая, что проживание вместе рядовых морских пехотинцев имеет важное значение для дисциплины, сплоченности подразделений и боевого духа, особенно для новобранцев.

В рамках программы морской пехоты двое рядовых морских пехотинцев (с Е-1 по Е-3) делят комнату и ванную. Морские пехотинцы разрядов Е-4 и Е-5 имеют право на отдельную комнату (рисунки 11, 12, 13).

В общежитиях обычно проходят два вида проверок: во-первых, проводится обычная или периодическая проверка, которая может быть плановой или внезапной. В ходе ее командир или первый сержант осматривают комнату, проверяя чистоту, отсутствие мусора, наличие постельного белья и т. д.



Рисунок 11. Спальное помещение для новобранцев в учебном центре морской пехоты на острове Паррис

Второй тип проверки проходит всегда внезапно, часто около 2:00 ночи, и состоит из поиска в комнатах общежития

наркотиков, оружия, ножей и т. д. Иногда они сопровождаются сдачей мочи на анализ для проверки употребления наркотиков.



Рисунок 12. Жилая комната для двух морских пехотинцев

Ряд военных баз позволяют использовать собственную мебель. На других очень строго следят, чтобы использовалась только предоставленная служебная мебель. В любом случае, военнослужащий может иметь собственную стереосистему, телевизор или компьютер.



Рисунок 13. Казармы (общежития) на территории военной базы

В общем, большинство холостых военнослужащих с нетерпением ждут того дня, когда они смогут покинуть общежитие.

По существующему положению, военнослужащие не могут покинуть базу и проживать вне ее за счет государственных средств, если общий

уровень занятости общежитий не превышает 95 %.

Проблема заключается в том, что занятость рассчитывается по всем модулям, и один блок может быть переполнен, а другие иметь свободные места. В результате уровень занятости на базе составляет менее 95 %, и военнослужащему не разрешается переезжать за ее пределы.

Чтобы претендовать на отдельное жилье на базе, военнослужащий должен проживать с иждивенцем (в большинстве случаев это означает супругу или несовершеннолетних детей).

Количество спален зависит от количества и возраста проживающих с ним иждивенцев. На некоторых базах имеется очень хорошее жилье, на других базах жилье едва ли соответствует статусу трущоб. Коммунальные услуги (мусор, вода, газ, электричество) обычно бесплатны. Кабельного телевидения и телефонов нет. Мебель, как правило, не предоставляется, хотя многие базы имеют структуры, сдающие временно мебель в аренду. Кухонные плиты и холодильники обычно предоставляются. Во многих домах имеются посудомоечные машины. Стиральные и сушильные машины для одежды обычно не предоставляются. Кроме того, на многих базах имеются прачечные самообслуживания, расположенные рядом с жилой зоной. За рубежом многие жилые комплексы имеют на каждой лестничной клетке прачечные со стиральными и сушильными машинами.

Семейные офицеры могут выбрать проживание в бесплатных квартирах на территории гарнизона или арендовать

жилье вне военного городка, получая денежную компенсацию. Размер доплаты зависит от звания, выслуги лет, географического расположения воинской части и наличия детей, и рассчитывается исходя из рыночной стоимости съема квартиры в той или иной местности.

На базах на территории США большинство семейных жилых зданий являются дуплексами, а иногда четырехквартирными (рисунок 14). Для офицеров и генералов семейное жилье обычно представляет собой либо дуплексы, либо отдельные дома. Иногда есть огороженные задние палисадники, а на других базах их нет. Обычно, если у жилого дома имеется неогороженный палисадник, военнослужащий может получить разрешение на установку ограды за свой счет, при условии убрать ее, когда он съезжает, а следующий жилец решит, что ограда не нужна.

То же самое можно сказать и о любых улучшениях жилья за счет военнослужащего. Обычно разрешается улучшение жилья, при согласии вернуть дом в первоначальное состояние, если следующий въезжающий не захочет принять эти улучшения.

Сдать базовое жилье намного сложнее, чем въехать. Внутренняя часть дома проверяется на безупречное состояние. Многие военнослужащие нанимают профессиональных уборщиков перед сдачей жилья. На некоторых базах имеются программы, предусматривающие, что сама база нанимает профессиональных уборщиков, когда кто-либо из военнослужащих выезжает, что значительно облегчает процесс.



Рисунок 14. Жилой комплекс с модулями стандарта 1+1

Все больше военных баз переходят на приватизированное семейное жилье. Это жилье поддерживается, управляется и иногда строится частными организациями. Арендная плата за эти приватизированные жилые помещения выплачивается агентству по управлению жилищным фондом за счет выплат, равных жилищному пособию военнослужащего.

При переезде военнослужащих на проживание вне территории гарнизона, командование признает первостепенную важность получения точных данных о будущем жилье, чтобы убедиться, что выбранное жилье и окрестности являются подходящими. Министерство обороны разработало процесс выборки для получения статистического уровня достоверности 95 % и выше.

Во-первых, учитывается критерий разумности поездок на службу, обычно определяемый до 20 миль или 60 минут в час пик.

Во-вторых, проверяется район,

в котором военнослужащий хотел бы проживать. Рекомендуются те кварталы, в которых живут 80 % военнослужащих. Идея состоит в том, чтобы избежать выбора трущоб, районов с высоким уровнем преступности или нежелательных районов.

Наконец, используется уровень доходов для определения подходящих районов. Например, при ценообразовании на одну семью с тремя и четырьмя спальнями известно, что денежное содержание старшего офицера составляет от 60 до 100 тыс. долл. США в год, поэтому выбирается жилье на одну семью в районах, где типичный доход гражданского населения составляет этот диапазон.

Например, младший офицер с выслугой два года и наличием иждивенца, проходя службу в Вашингтоне, может получать до 2148 долл. США надбавки в месяц. За эти деньги можно снять трехкомнатную квартиру в Вашингтоне. Разумеется, размер такой выплаты

в провинциальных районах окажется меньшим [7].

В США не предоставляют военнослужащим бесплатного жилья в личную собственность как в годы службы, так и при увольнении в запас. Обеспечение собственным жильем военнослужащих решается через систему различных льгот, сравнительно высокого денежного содержания и доступности военнослужащим кредитов и ипотеки. Банки в США легко выдают военнослужащим льготные кредиты на жилье. Однако, согласно исследования корпорации «РЭНД», только 27,3 % военнослужащих имеют собственное жилье, тогда как в целом по стране более 68 % жителей США являются собственниками домов.

Широкое распространение получило типовое проектирование зданий и сооружений. Например, стандартные

проекты обеспечивают функциональные и пространственные требования для конкретных типов объектов ВВС и предназначены для использования в сочетании с критериями унифицированных средств обслуживания (UFC) Министерства обороны США, стандартами оборудования ВВС, средств расквартирования и другими стандартами.

Стандартные проекты периодически пересматриваются, обновляются и становятся доступными для пользователей путем публикации в Руководстве по проектированию зданий. Типовой проект вступает в силу с момента его выпуска и распространяется только на электронных носителях [8].

Так, стандартный проект постоянного общежития на 144 человека является типовым для проживания личного состава ВВС (рисунки 15–19).

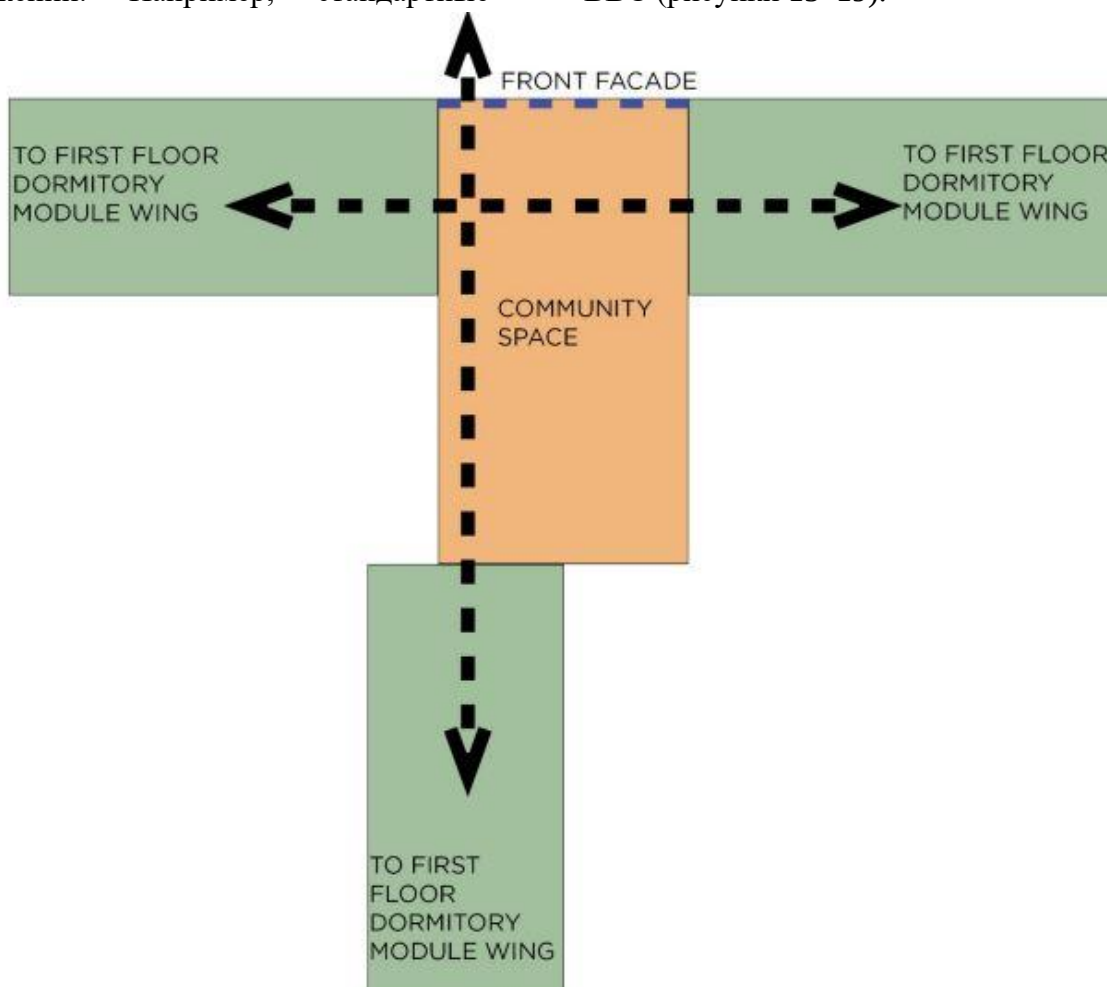


Рисунок 15. План первого этажа общежития

В общежитии имеется 144 одноместных комнаты в трехэтажном здании. В его состав входят следующие модули: модуль общей зоны первого этажа, модуль общей зоны второго этажа, модуль общей зоны третьего этажа и модули общежитий, состоящие из отдельных жилых комнат.

А – модуль общей зоны первого этажа включает вестибюль входа, пространство активной деятельности, пространство пассивной деятельности, кухню, служебный кабинет, кладовую, гардероб, туалет, подсобные помещения, лифт и лестницу.

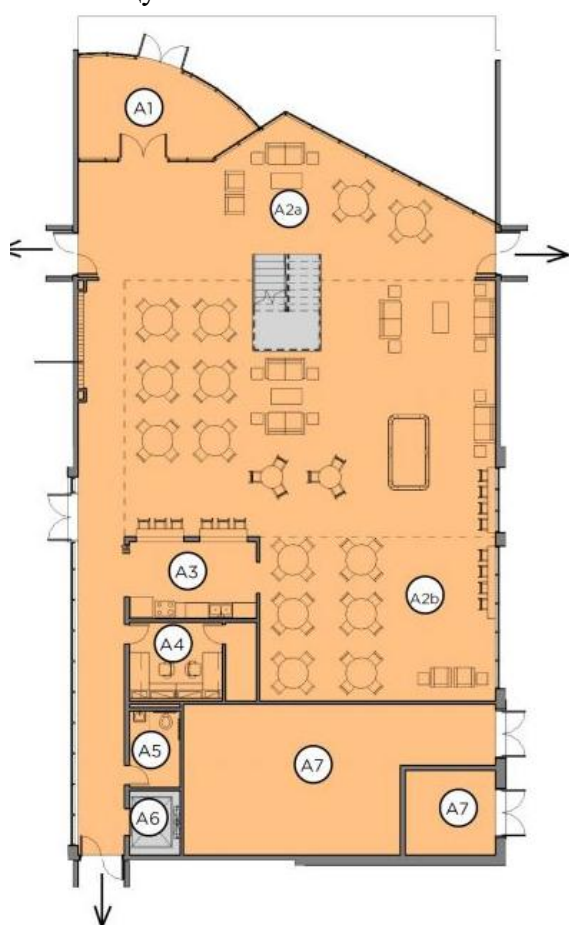


Рисунок 16. План первого этажа. А1 – вестибюль входа, А2а – пространство активной деятельности, А2б – А3 – кухня, А4 – служебный кабинет, кладовая, гардероб, А5 – туалет, А6 – лифт, А7 – подсобные помещения

В – модуль общей зоны второго этажа включает пространство деятельности, фитнес-центр, электрощитовую, лифт и лестницу, прачечную.

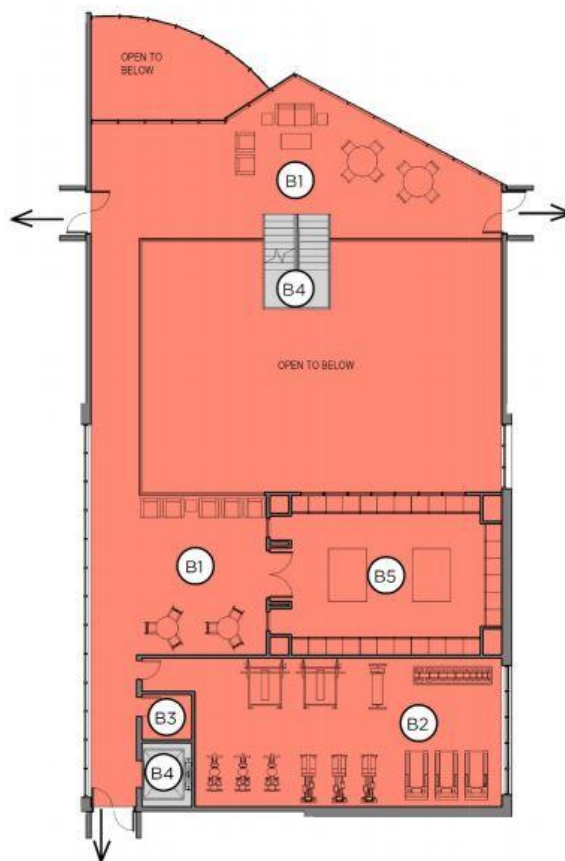


Рисунок 17. План второго этажа. В1 – активная зона, В2 – фитнес-центр, В3 – электрощитовая, В4 – лифт (лестница), В5 – прачечная

Схема визуальной связи для модуля общей зоны показывает концепцию иерархии пространств. Намерение состоит в увеличении динамизма посредством визуальной связи между активными зонами. То есть пользователи прачечной могут видеть пользователей мест общего пользования, и наоборот. Общий принцип заключается в создании четких визуальных связей между главным входом, фитнес-центром, прачечной и местами общего пользования.

С – модуль общей зоны третьего этажа включает активную зону, кинозал (конференц-зал), электрощитовую, лифт и лестницу.

Модуль D состоит из двух комнат для одного человека. Модули выходят к центральному коридору с двух сторон, который образует крылья общежития. Общие номера состоят из спальни,

прихожей / мини-кухни / гардероба и ванной комнаты. Общая площадь модуля 704 кв. фута, включая 352 кв. фута жилой площади. Крылья общежития соединяются с центрально расположенными модулями общего пользования. Каждое крыло общежития имеет лестницу в конце коридора с двойной загрузкой для выхода. Общежитие отделено от общих зон парой противопожарных качающихся дверей. Модуль общежития имеет общую вертикальную шахту для коммуникаций [9].

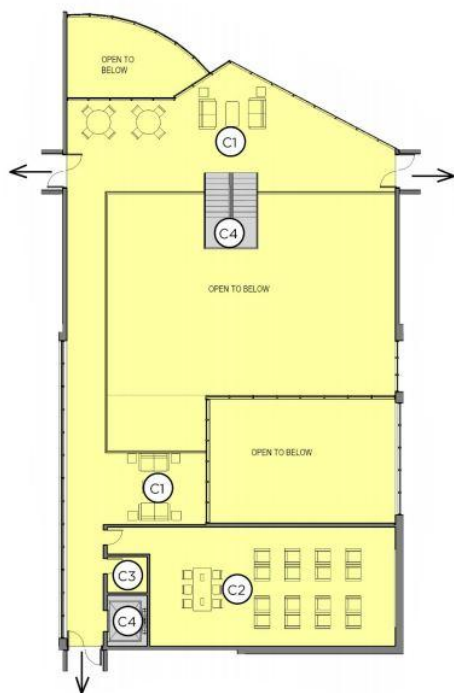


Рисунок 18. План второго этажа. С1 – активная зона, С2 – кинозал (конференц-

зал), С3 – электрощитовая, С4 – лифт и лестница

Программа стоимостью 658 млн долларов по улучшению жилищных условий кадетов Военной академии в Вест-Пойнте началась в 2012 году. Для удовлетворения потребностей более 4000 кадетов, предусматривалась модернизация существующих девяти казарм и вспомогательных сооружений.

В рамках программы модернизации казарм Военной академии в Вест-Пойнт в 2018 году реконструировали за 60 млн долларов 122-летнюю кадетскую казарму генерала Першинга. После реконструкции в казарме разместились 270 кадетов в двухместных комнатах (рисунок 20).

Программа стоимостью 658 млн долларов по улучшению жилищных условий кадетов Военной академии в Вест-Пойнте началась в 2012 году. Для удовлетворения потребностей более 4000 кадетов, предусматривалась модернизация существующих девяти казарм и вспомогательных сооружений.

В рамках программы модернизации казарм Военной академии в Вест-Пойнт в 2018 году реконструировали за 60 млн долларов 122-летнюю кадетскую казарму генерала Першинга. После реконструкции в казарме разместились 270 кадетов в двухместных комнатах (рисунок 20).

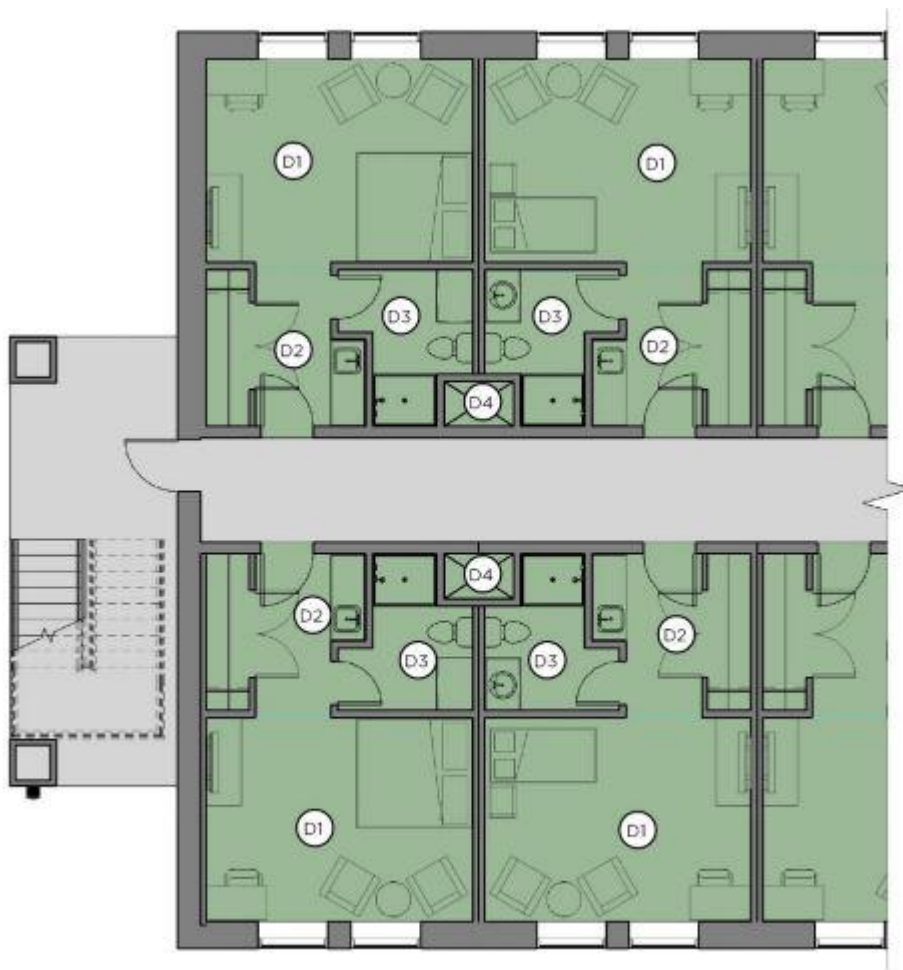


Рисунок 19. Жилые модули общежития D1 – спальня, D2 – входная дверь, мини-кухня, кладовая, D3 – ванная комната, D4 – вертикальная шахта для коммуникаций



Рисунок 20. Кадеты Военной академии в строю во внутреннем дворе, окруженном казармами Першинга и Брэдли

Реконструкция казармы внутреннюю отделку и реконструкцию
Эйзенхауэра включала в себя полную существующей конструкции, а также

планы этажей для более практичного использования пространства. Здание также получило совершенно новые механические, электрические и водопроводные системы.

После завершения строительства в многоэтажной казарме площадью 235 040 кв. футов стало 314 комнат для

612 кадетов, а также 16 офицеров и уорент-офицеров. У всех имеется доступ к двум прачечным помещениям.

В расположении каждой кадетской роты имеется комната для совместной работы, позволяющая кадетам совместно выполнять групповые учебные задания (рисунок 21).



Рисунок 21. В расположении кадетской роты

В академии внутренняя часть зданий модернизируется, а внешняя готическая архитектура сохраняется, чтобы гармонизировать с остальной частью исторического 200-летнего городка (рисунок 22).

Две ведущие компании по проектированию и строительству STV и AECOM заключили контракт с Инженерным корпусом армии США на архитектурное проектирование и строительство казарм для кадетов

Военной академии в Вест-Пойнте площадью 287 тыс. кв. футов.

Чтобы освободить место для здания, пришлось взорвать и удалить на 60 футов твердой породы с вершины холма, на котором возвели казарму.

Новая казарма Дэвиса, стоимостью 190 млн долларов, соответствуя контексту исторической военной готической архитектуры Вест-Пойнт, представляет собой подход XXI века к проектированию зданий.



Рисунок 22. Военная академия США в Вест-Пойнте, штат Нью-Йорк

Она характеризуется широким использованием традиционного гранитного камня для внешнего фасада, окнами с двойным остеклением для улучшения жизни и обучения кадетов.

Дизайн включает в себя гранитные накладные, готические арки, портики Салли и зубчатые парапеты с амбразурами и известняковыми акцентами.

Архитектурной изюминкой конструкции сооружения является

центральное освещение в центре здания. Большое 17-футовое квадратное окно на крыше и большие открытые площадки на каждом из нижних этажей позволяют освещать общую площадь казармы естественным дневным светом. Аналогичные окна в крыше имеются над каждым из двух главных лестничных маршей в каждом конце здания, обеспечивая их подобным освещением (рисунок 23).



Рисунок 23. Новая казарма Дэвиса в Военной академии в Вест-Пойнте

Новые казармы отвечают современным армейским стандартам и необходимы для расселения существующих переполненных казарм.



Рисунок 24. Жилая комната для двух кадетов

В шестиэтажной казарме на пяти этажах размещаются пять отрядов курсантов по 130 человек (всего 650 человек), каждый из которых занимает один этаж в двухместных комнатах. На этажах имеются жилые комнаты для кадетов, служебные и учебные помещения [10].

Новая мебель для жилых комнат кадетов, закупленная на 1,6 млн долл., включает металлические кровати и корпусную административно- и учебную мебель (рисунок 25) [11].



Рисунок 25. Образцы мебели для жилых комнат кадетов

Использование инновационных инструментов, таких как интерактивная модель логистики 4D VIS, позволяет прогнозировать последствия строительства и затраты на годы вперед.

Внедренные энергосберегающие

До сдачи казармы, первый курс и часть второго размещались в комнатах, рассчитанных на двух кадетов, по три человека (рисунок 24).

функции в реконструкцию приведут к снижению ежегодных затрат на электроэнергию примерно на 30 %, одновременно высокоэффективные сантехнические устройства с низким расходом воды сократят потребление воды более чем на 40 %. Модернизация казарм включает в себя восстановление ограждающих конструкций, замену крыши, ремонт наружного каменного фасада и новые окна, соответствующие требованиям антитеррористической защиты. Дополнительные улучшения включают в себя ремонт помещений для кадетов, новые прачечные, новые общие помещения и улучшения на территории.

Установлена новая станция очистки сточных вод стоимостью 70 млн долл., предназначенная для увеличения пропускной способности до более 2 млн галлонов в день для удовлетворения текущих и прогнозируемых потребностей. Современное оборудование оснащено системами контроля и управления энергией. Энергия, потребляемая при эксплуатации новой станцией, частично компенсируется за счет альтернативных

энергетических систем. Установка вырабатывает электроэнергию с использованием метана, являющегося побочным продуктом процесса очистки. Для увеличения производства метана используются пищевые отходы из кадетской столовой.



Рисунок 26. Цокольный этаж казармы Дэвиса

На цокольном этаже данной казармы расположены технические помещения и холодильная установка (рисунок 26). Для кондиционирования воздуха в жилых помещениях казармы используется инновационный метод через пластиковые воздуховоды, проложенные в бетонных плитах пола. Это обеспечит лучистое отопление зимой, а также лучистое охлаждение в летний сезон. Метод лучистого отопления стал более распространенным в последние годы.

Еще одним способом экономии электроэнергии является использование

Впервые казармы оборудуются системой кондиционирования воздуха. Установка для охлаждения воды находится в цокольном этаже недавно построенной казармы Дэвиса, откуда по трубам она подается до девяти других существующих казарм.

солнечной системы горячего водоснабжения, установленной на крыше казармы и обеспечивающей до 30 % горячей воды в здании.

Казарма является первым зданием в академии, в котором внедрены стандарты энергоэффективности, принятые Министерством обороны США и позволяющие сэкономить до 44 тыс. долларов в год [12].

Проведенная реконструкция увеличила казарменно-жилой фонд в академии и сократила расходы на его эксплуатацию.

Список литературы:

1. FY2024 NDAA: Military Construction and Housing Authorizations. Congressional Research Service. January 17, 2024.
2. Public works DIGEST. October/November/December 2017. P. 9.
3. Public works DIGEST. October/November/December 2016. P. 18.
4. Eric Wolff. ENERGY: 'Green' barracks usher in Camp Pendleton's future. The san diego union-tribune. 24 мая 2010.
5. Eve Warmflash. Goodbye boring barracks: designing for 'quality of life. DESIGN 96.' November 7, 1996.
6. Military Construction, Veterans Affairs, and Related Agencies Appropriations for 2008: Pacific command ... VA research ... outside witnesses. United States. Congress. House. Committee

on Appropriations. Subcommittee on Military Construction, Veterans Affairs, and Related Agencies. U.S. Government Printing Office, 2007. P. 787.

7. Селеменев В. Н. Зарубежный опыт расквартирования войск – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2021. С. 511–515.

8. Standard design. Air Force. Permanent party enlisted dormitory. January 2019. P. 2, 3.

9. Standard design. Air Force. Permanent party enlisted dormitory. January 2019. P. 25.

10. Public Works DIGEST, № 1. January/February/March 2016. P. 29.

11. Public Works DIGEST, № 1. January/February/March 2018. P. 31.

12. Public Works DIGEST, № 3. July/August/September 2017. P. 16, 19.

Бондарев А.В., Бирюков Д.В., Егоров Т.К., Петрушин И.Е., Хальметов Р.Р.
Bondarev A.V., Biryukov D.V., Egorov T.K., Petrushin I.E., Khal'metov R.R.

Оптимизация планирования при восстановлении объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры при ликвидации последствий вооруженных конфликтов

Optimization of planning for the restoration of unfinished military infrastructure facilities in the aftermath of armed conflicts

Аннотация. В статье рассматриваются методы оптимизации процессов планирования и управления капитальными вложениями при восстановлении объектов незавершенного строительства, поврежденных в результате вооруженных конфликтов. Анализируются специфические риски, включая остаточную опасность, нестабильность инфраструктуры и ограниченность ресурсов. Предлагается многоуровневая модель, сочетающая приоритизацию на основе социально-экономической значимости, адаптивное проектное управление, технологические инновации и механизмы государственно-частного партнерства.

Abstract. The article discusses methods for optimizing the planning and management of capital investments in the reconstruction of unfinished construction projects damaged as a result of armed conflicts. It analyzes specific risks, including residual hazards, unstable infrastructure, and limited resources. The article proposes a multi-level model that combines prioritization based on socio-economic significance, adaptive project management, technological innovations, and public-private partnership mechanisms.

Ключевые слова: оптимизация, незавершенное строительство, восстановление, вооруженный конфликт, капитальные вложения.

Keywords: optimization, unfinished construction, reconstruction, armed conflict, capital investments.

Введение

Ликвидация последствий вооруженных конфликтов (ЛПВК) представляет собой одну из наиболее сложных задач в сфере строительства, экономики и социальной политики. Помимо масштабных разрушений готового жилого фонда и объектов военной инфраструктуры, особую проблему составляют объекты незавершенного строительства (ОНС). Эти объекты, будучи в незавершенном состоянии на момент начала конфликта, получают дополнительные повреждения, а их восстановление осложнено целым рядом факторов: от изменений в правовом статусе и исходной документации до физических повреждений и износа конструкций [2, 4].

Традиционные подходы к планированию и финансированию

строительства в таких условиях оказываются неэффективными [1, 5, 6, 7, 8]. Жесткие сметы, линейные календарные планы и стандартные процедуры закупок не способны учесть высокую степень неопределенности, характерную для постконфликтных территорий. Поэтому оптимизация планирования и капитальных вложений становится не просто сложной организационно-экономической задачей, а стратегической необходимостью для скорейшего восстановления территорий и объектов инфраструктуры, возвращения населения и возобновления полноценной жизни.

Цель данной статьи – систематизировать ключевые проблемы и предложить комплексную методику оптимизации организационно-управленческих и финансовых процессов

при восстановлении ОНС при ликвидации последствий вооруженных конфликтов, с акцентом на научно обоснованные и организационно-технические методы.

Восстановление ОНС при ЛПВК является более сложным организационно-техническим процессом, связанным с сопутствующими рисками и условиями производства работ, которые необходимо учитывать при планировании восстановления территорий и объектов военной инфраструктуры.

Методы оптимизации планирования восстановления: научные и организационно-технические аспекты

Для условий высокой неопределенности эффективность определяют системность, итеративность и технологическая насыщенность планирования. Рассмотрим ключевые группы методов оптимизации планирования восстановления [11, 12].

1. Методы системного анализа и планирования.

Данная группа методов направлена на создание научно обоснованного фундамента для принятия стратегических управленческих решений, они основаны на системной методологии трехмерной оценки и предлагает оценивать проект восстановления по трем направлениям: анализ стабильности локальных территорий, организационно-правовых рисков и уровня безопасности проведения работ; учет историко-культурной ценности объекта или его территории; оценка и развитие местных кадровых резервов и производственно-материальной базы региона. Данный методы основаны на принципах теории систем и устойчивого развития и сценарного моделирования.

Широкое распространение получил метод приоритизации на основе анализа иерархий, который позволяет количественно ранжировать множество ОНС для определения последовательности восстановления по комплексным критериям на основе

применения математического аппарата моделирования и теории принятия решений.

2. Адаптивные методы оперативного управления проектами.

Для условий изменчивой среды при ЛПВК классический подход планирования восстановления малоэффективен. Методы оперативного управления проектами подразумевают разбиение работ на короткие, фиксированные по времени итерации - спринты (от 1 до 4 недель). Каждый спринт направлен на достижение конкретного, измеримого результата. По итогам проводится анализ и корректировка плана для последующего процесса восстановления. Для управления логистикой производится визуализация всего потока поставок материалов в электронном виде для выявления «узких мест» в реальном времени. Такие подходы основаны на теориях бережливого производства и эмпирическом контроле процесса производства работ.

3. Методы цифровой координации и мониторинга.

Данные методы составляет техническую основу для реализации системного и адаптивного планирования. Метод автоматизированного выявления угроз и недостатков в среде BIM, основан на автоматизированном анализе комплексной информационной модели здания (сооружения) на предмет конфликтов между разделами проекта (например, пересечения инженерных систем с конструкциями).

Метод лазерного сканирования и создания «цифровых двойников» основан на создании точной цифровой копии поврежденного для проектирования, расчета объемов и мониторинга прогресса на основе лазерной локации, фотограмметрии и обработки больших данных, что позволяет упростить процессы проектирования.

Интегральная модель планирования и оптимизации капитальных вложений

Модель представляет собой циклический процесс планирования, интегрирующий описанные методы и оптимальные механизмы их финансового обеспечения [3, 9, 10].

Цикл управления планированием восстановления ОНС при ЛПВК реализуется как непрерывная петля адаптации (рисунок 1).

Планирование восстановления ОНС при ЛПВК осуществляется в 5 последовательных этапов.

Этап 1 - Создание реестра ОНС и первоначальная оценка, которые включают инвентаризацию всех ОНС на территории и экспресс-оценку по критериям:

(разминирование), техническое состояние, физический износ, дефекты конструкций, правовой статус, социально-экономический потенциал.

Этап 2 – Проводится глубокий аудит и приоритизация ОНС исходя из данных детального обследования отобранных объектов и юридическое обследование объектов высшего приоритета. Далее проводится разработка нескольких вариантов восстановления (снос/реконструкций/достройка) с укрупненными данными технико-экономической оценки, на основе которых проводится окончательное распределение объектов по кластерам и программам финансирования.

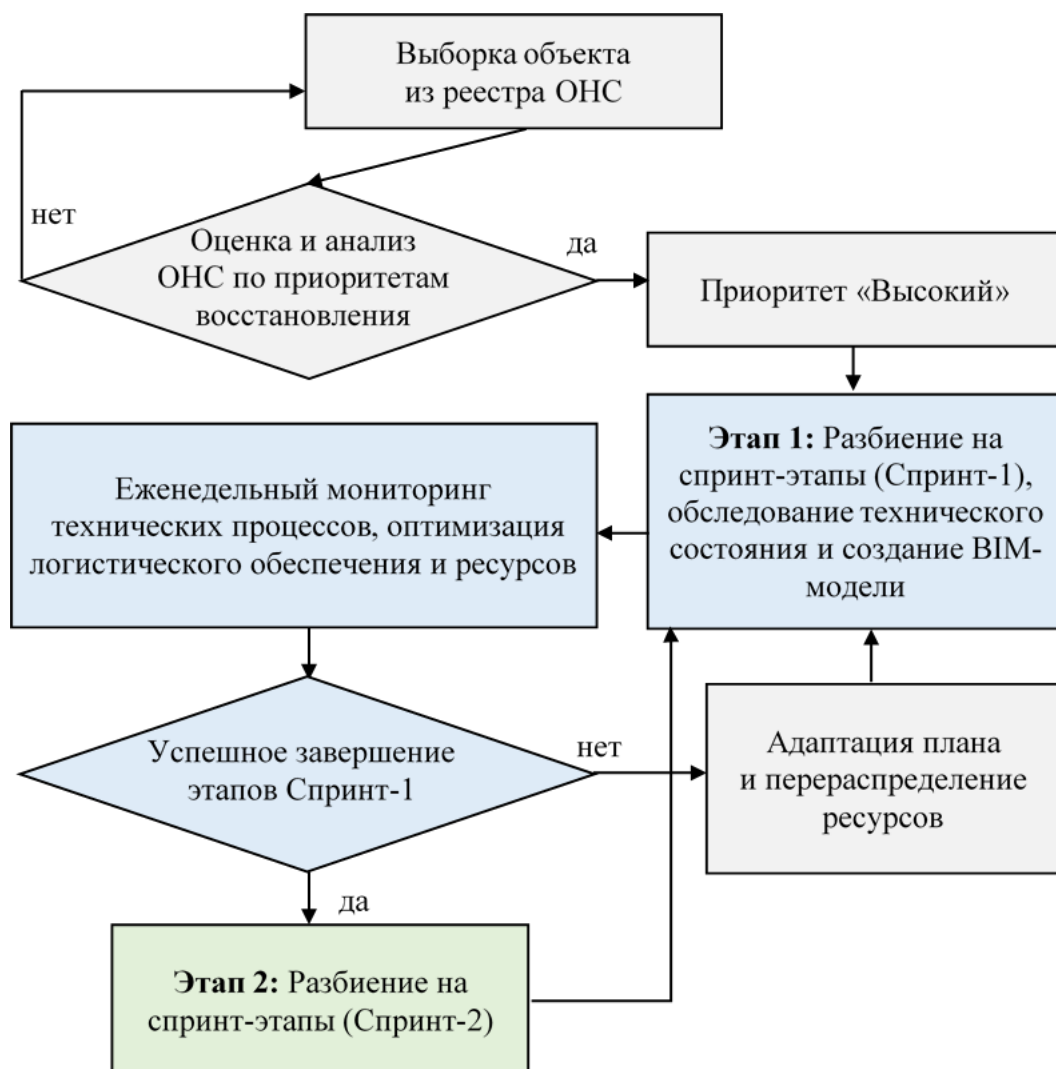


Рис. 1 - Непрерывная петля адаптации цикла управления планированием восстановления ОНС при ЛПВК

Этап 3 - Адаптивное проектирование и подготовка. На данном этапе проводится разработка проектно-сметной

документации в ВМ с учетом принципов приоритетности и параллельно ведется подготовка конкурсной документации для

подрядчиков и поставщиков. Если необходимо и возможно проводится формирование пакета мер господдержки для конкретного объекта.

Этап 4 - Гибкое управление реализацией проекта восстановления. Проводится заключение контрактов с использованием стимулирующих моделей (целевая стоимость с распределением экономии/перерасхода), осуществляется управление по Agile-методологии: короткие плановые периоды, ежедневные (еженедельные) координационные совещания, использование мобильных BIM-приложений на стройплощадке, и осуществляется постоянный мониторинг процессов (логистических, ценовых, кадровых) и оперативная их корректировка.

Этап 5 - Ввод в эксплуатацию и постпроектный анализ. Проводится серия мероприятий по комплексным испытаниям и приемке объекта с передачей всех цифровых данных (BIM-модель, паспорта оборудования) собственнику/управляющей компании. Осуществляется анализ достигнутых показателей (срок, стоимость, качество) и сопоставление их с плановыми значениями для изучения и оптимизации процессов на следующих объектах, замыкая цикл непрерывного улучшения.

Моделирование оптимизации капитальных вложений на восстановление ОНС при ЛПВК показывает, что классическая модель прямого бюджетного финансирования не справляется с масштабом задач и требуется комбинирование механизмов их обеспечения.

В первую очередь требуется создание многоуровневой системы финансирования: федеральные капитальные вложения из бюджета страны и государственное финансирование субъектов и муниципальных образований должно быть направлено на восстановление объектов критически важной и социальной инфраструктуры; создание условий для финансирования восстановления объектов крупными частными организациями на льготных

условиях; восстановление объектов за счет частных инвестиций для последующего их коммерческого использования.

Для объектов военной и социальной инфраструктуры так же возможно применить механизмы государственно-частного партнерства:

концессионные договоры - государство предоставляет объект, частный партнер за свой счет восстанавливает и эксплуатирует;

контракты жизненного цикла - подрядчик несет ответственность за строительство и долгосрочное обслуживание объекта;

специальные инвестиционные контракты - предоставление инвестору преференций в обмен на обязательства по восстановлению объектов.

Заключение

Восстановление объектов незавершенного строительства в условиях ликвидации последствий вооруженных конфликтов — это комплексная организационно-производственная задача, эффективное решение которой лежит в плоскости отказа от линейных моделей в пользу адаптивных, гибких и технологичных подходов.

Оптимизация планирования восстановления достигается через синергию системных, адаптивных и технологических методов, научная составляющая которых обеспечивается применением междисциплинарных подходов и научно-математического аппарата. Организационно-техническая реализация воплощается в создании гибких структур и цифровых платформ необходимых для контроля процессов и своевременного реагирования на изменение этих условий.

Предложенная интегральная модель, сочетающая эти элементы в едином циклическом процессе, позволяет не только ускорить восстановление критически важных объектов военной и социальной инфраструктуры, но и сделать это экономически эффективно, создавая основу для устойчивого долгосрочного развития территорий при ликвидации последствий вооруженных конфликтов.

Список литературы

1. Андреева К.А. Методы оптимизации планирования в строительстве / К.А. Андреева, И.А. Клоков // Интеллектуальные информационные системы: Труды Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Воронеж, 11–13 декабря 2019 года. Том Часть 2. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2019. – С. 58-62.
2. Бирюков Д.В. Метод восстановления и реализации объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры и временная их эксплуатация до получения разрешения на ввод / Д.В. Бирюков // Коммунально-эксплуатационное обеспечение военной инфраструктуры: горизонты будущего: Сборник статей, 17 августа 2023 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации, 2023. – С. 227-233.
3. Бирюков Д.В. Методика оптимизации планирования инвестиций для повышения эффективности процесса реконструкции объектов незавершенного строительства в ограниченный период времени / Д.В. Бирюков // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2025. – № 9-10(207-208). – С. 11-20. – DOI 10.53816/23061456_2025_9-10_11.
4. Бирюков Д.В. Оценка эффективности восстановления объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры / Д.В. Бирюков, Ю.Н. Казаков // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 2(30). – С. 79-85.
5. Виноходова Е. А. Оптимизация процессов проектирования и планирования в строительстве / Е.А. Виноходова, В.С. Чернышев // Экономика будущего: тренды, вызовы и возможности: Материалы III Всероссийской научно-практической студенческой конференции с международным участием, Казань, 22–23 мая 2025 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2025. – С. 721-724.
6. Мещерякова О.К. Повышение эффективности управления строительством на основе оптимизации календарного планирования / О.К. Мещерякова, А.П. Новиков // Строительство и недвижимость. Актуальные проблемы экономики, управления, технологии: межвузовский сборник научных трудов. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2001. – С. 22-25.
7. Оптимизация комплексного планирования строительства и эффективное распределение ресурсов / С.Х. Байрамуков, З.Н. Долаева, Р.Ю. Богатырев, А.Б. Эркенев // Кавказский диалог: Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Невинномысск: Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт, 2023. – С. 32-34.
8. Оптимизация процессов планирования проектных работ и утверждения проектно-сметной документации объектов капитального строительства, реконструкции и перепрофилирования / Д.В. Топчий, А.Ю. Юргайтис, Ю.С. Юргайтис, А. Д. Попова // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 2(73). – С. 93-98. – DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-2-93-98.
9. Патент № 2716351 С1 РФ. Система поддержки принятия решений по восстановлению зданий: № 2019120710: заявл. 01.07.2019: опубл. 11.03.2020 / А.Н. Бирюков, Е.О. Добрышкин, Ю.А. Бирюков [и др.]; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Военная академия

материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022613208 РФ. Автоматизация процесса сбора и обработки данных в исследованиях динамических напряженно-деформированных состояниях методами цифровой голографической интерферометрии: № 2022612351: заявл. 15.02.2022: опубл. 01.03.2022 / А.М. Кожевникова, И.В. Алексеенко, Д.В. Ладаний.

11. Синицына А. С. Аналитико-методические подходы и модели бизнес-процессов в управлении инвестиционно-строительной деятельностью: специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Синицына Анастасия Сергеевна, 2019. – 141 с.

12. Собин А. Е. Разработка алгоритма оптимизации календарно-сетевого планирования строительства метро с учетом ограниченных ресурсов на основе теории графов / А. Е. Собин // Надежность. – 2025. – Т. 25, № 1. – С. 19-27. – DOI 10.21683/1729-2646-2025-25-1-19-27.

Чугунные трубопроводы. Надежно, долговечно, актуально
(Результаты анализа работы чугунных трубопроводов, находившихся в
эксплуатации более 120 лет)

Cast-iron pipelines. Reliable, durable, relevant
(Results of an analysis of cast-iron pipelines that have been in operation for more than
120 years)

Аннотация: В статье приводятся результаты исследований чугунных труб, находившихся в эксплуатации от 120 до 278 лет. Рассматриваются их структура, свойства, коррозионная стойкость. Чугунные трубы, отлитые в XVIII, XIX и начале XX века, безаварийно эксплуатировались до наших дней. Время проверило и доказало, что чугун, как материал для строительства трубопроводов, надежен, долговечен и не утратил своей актуальности и сегодня.

Abstract: This article presents the results of studies of cast iron pipes in service for periods ranging from 120 to 278 years. Their structure, properties, and corrosion resistance are examined. Cast iron pipes cast in the 18th, 19th, and early 20th centuries have remained in trouble-free operation to this day. Time has proven that cast iron, as a material for pipeline construction, is reliable, durable, and remains relevant today.

Ключевые слова: серый чугун, чугунные трубопроводы, структура чугуна, пластинчатый графит, локальная коррозия, ВЧШГ.

Keywords: gray cast iron, cast iron pipelines, cast iron microstructure, lamellar graphite, localized corrosion, DI.

На сегодняшний день значение инженерных сетей, вне зависимости от их назначения и от численности населения, для городов и населённых пунктов становится всё более значимым. И здесь на особом месте стоят сети водоснабжения, ибо по определению великого Леонардо да Винчи: «Вода была дана волшебная власть стать соком жизни на Земле». И действительно – вода не только утоляет жажду и поддерживает жизнедеятельность живой природы, но и является теплоносителем в системах отопления, хладагентом в системах охлаждения, источником пара в энергетических установках и т.д. И именно поэтому надёжность сетей водоснабжения, их живучесть, срок

эксплуатации и ремонтпригодность в значительной степени определяют комфортность среды обитания человека не только в гражданских, но и в военных структурах. Вопросы жизнеобеспечения военных городков, полевых пунктов дислокации, хранилищ техники и пр. требуют серьезного подхода. Трубопроводы должны обладать высокой прочностью, надёжностью (сохранять герметичность, в том числе в экстремальных условиях), долговечностью (минимизация ремонтов в значительном временном интервале) и экологичностью (сохранение качества питьевой воды на протяжении всего срока эксплуатации). Перечисленными качествами

в полной мере обладают чугунные трубопроводы.

Современные трубы и фитинги из высокопрочного чугуна (ВЧШГ) с раструбными соединениями [7] (разъемное «Тайтон» и неразъемное типа «ВРС») позволяют достаточно быстро смонтировать, а при необходимости и демонтировать, трубопровод любой длины и сложности при любых климатических условиях. Сварочные работы, при этом не требуются.

В отличие от труб из разных видов пластика, чугунные трубы обладают высокими прочностными свойствами (предел прочности ВЧШГ для изготовления труб и фасонных частей – 420-500 МПа при относительном удлинении 8-15 %), сохраняют свои свойства в широком интервале температур (от -40 до +150°C), не горючи, не проницаемы [6]. В отличие от стальных труб обладают высокой коррозионной стойкостью. [1, 2]

Надежность и долговечность чугунных труб проверена временем. На сегодняшний день есть несколько примеров безаварийной работы чугунных трубопроводов более ста лет.

Самые старые трубы из чугуна в России используются в Петергофе в системе дворцовых фонтанов. Некоторые эксплуатируются и по сей день. Одна из этих труб Ду 250 мм (фонтан «Менажерный»), отлитая в 1720 году на Олонецком казенном заводе и установленная в систему фонтанов в 1722 году, извлеченная в 2000 году при реконструкции, была детально исследована. Срок ее эксплуатации составил 278 лет. Условия эксплуатации: снаружи – влажный грунт, внутри вода из подземных источников на Ропшинских высотах, движущаяся под давлением.

Учитывая, что перепад высот между источниками воды и фонтанами Нижнего парка составляет около 160 м, давление в трубопроводе было около 16 атм.

После удаления продуктов коррозии с поверхностей трубы, толщина ее стенки составила в среднем 18 мм (рис. 1). Локальные коррозионные повреждения в виде мелких язвочек на внешней поверхности имеют глубину до 1 мм, на внутренней – до 1,5 мм. Несколько более глубоких повреждений на внешней поверхности по внешнему виду можно определить, как поверхностные литейные дефекты. Их наличие вполне согласуется с горизонтальным способом заливки трубы, который применялся в России в 18 веке.

На рис. 2 представлена микроструктура чугуна трубы. Графит грубой пластинчатой формы. Размер графитовых пластин меняется от 150 мкм (на внешней поверхности) и 250 мкм (на внутренней поверхности) до 500 мкм в середине. В структуре металлической матрицы – перлит (до 92 %) и неравномерно распределенная фосфидная эвтектика (до 8 %). По ГОСТ 3443 структуру можно описать следующим образом: ПГф1, ПГд180-ПГд350, ПГр1, ПГ10, П92, ФЭр1, ФЭп2000. [3]

При реконструкции водопроводной системы на Васильевском острове в г. Санкт-Петербурге в 2025 году, при замене на трубы из ВЧШГ Ду 900 мм, были извлечены водопроводные трубы из серого чугуна: раструбные Ду 800 мм и фланцевые Ду 500 мм, отлитые в 1896 г. на Олонецком литейном заводе. Срок их безостановочной безаварийной службы составил 125 лет.



Рис.1 Внешний вид чугунной трубы после 278 лет эксплуатации в системе подачи воды к фонтанам Петродворца.

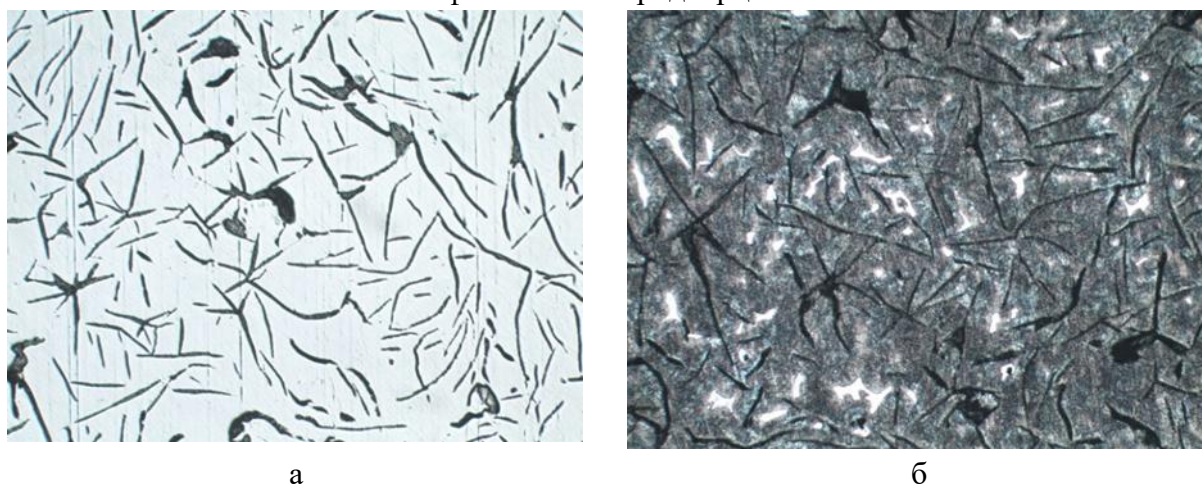


Рис 2 Микроструктура трубы производства 1720, $\times 100$: а, – без травления; б – после травления 4%-м спиртовым раствором HNO_3

Как видно на рис. 3, на внешней и частично на внутренней поверхностях трубы Ду 800 мм сохранилось защитное покрытие (смоляное). Это ясно свидетельствует о том, что толщина стенок труб не уменьшилась и соответствует первоначальной (25-35 мм). Такой разброс по толщине на

одной трубе объясняется способом ее заливки – вертикально в земляную форму.

При визуальном осмотре трубы Ду 800 мм и длиной 3,8 м ни на внутренней, ни на внешней поверхностях не обнаружено коррозионных язв и питтингов.



Рис. 3 Чугунная водопроводная труба Ду 800 мм (после удаления грунта металлической щеткой) прокладки 1900 г., извлеченная в 2025 г. при реконструкции водовода на Васильевском острове, после 125 лет безаварийной эксплуатации.

На еще одной трубе Ду 800, также без следов локальной коррозии, был вырезан большой сегмент в раструбной части, где хорошо видно состояние стенки трубы по ее толщине (рис. 4).



Рис. 4 Состояние стенки трубы Ду 800 мм, представленное на торцевом срезе.

На наружной, и чуть больше, на внутренней поверхностях видны локальные участки глубиной (1-2 мм) с

измененной структурой без нарушения рельефа поверхности.

На рис.5 представлена микроструктура чугуна трубы. Графит грубой пластинчатой формы, как и в предыдущем случае. Металлическая основа перлитно-ферритная с неравномерно распределенным ферритом и фосфидной эвтектикой (до 10 %).

Из хвостовой части трубы был вырезан сегмент и распилен на тонкие образцы, демонстрирующие поперечное сечение стенки трубы. При этом вскрылись множественные литейные дефекты (рис. 6), которые не повлияли на коррозионный износ трубы в течение такого продолжительного времени.

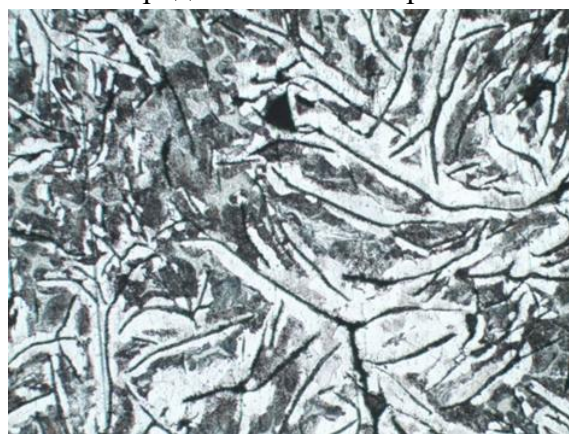
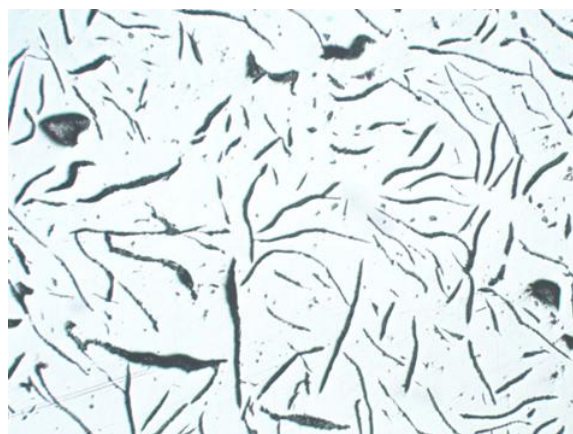


Рис. 5 Микроструктура трубы производства 1896, x100: а – без травления; б – после травления 4%-м спиртовым раствором HNO_3



Рис. 6 Литейные дефекты в трубе Ду 800 мм в виде газовых пор и усадочных раковин.

Еще одну чугунную раструбную трубу Ду 250 мм выкопали на Исаакиевской площади г. Санкт-Петербурга. Труба водопроводная английского производства проложена, предположительно, в 1890 году. Имеет механическое повреждение. Авария на

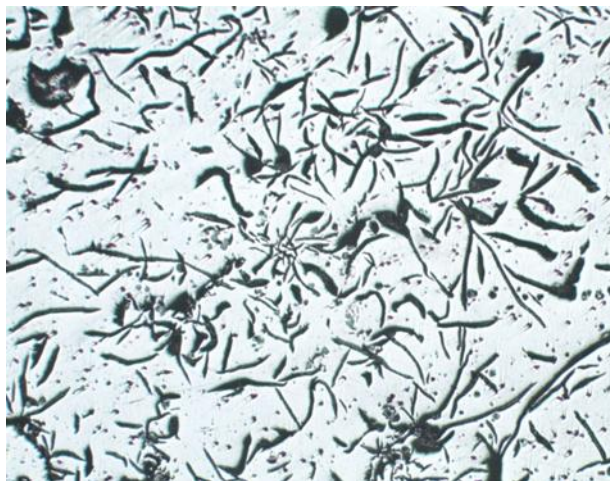
этом участке произошла в августе 2015г. Срок пребывания в грунте не менее 125 лет. Толщина стенки трубы 17-18 мм. После удаления продуктов коррозии, явных следов локальных коррозионных повреждений не обнаружено.



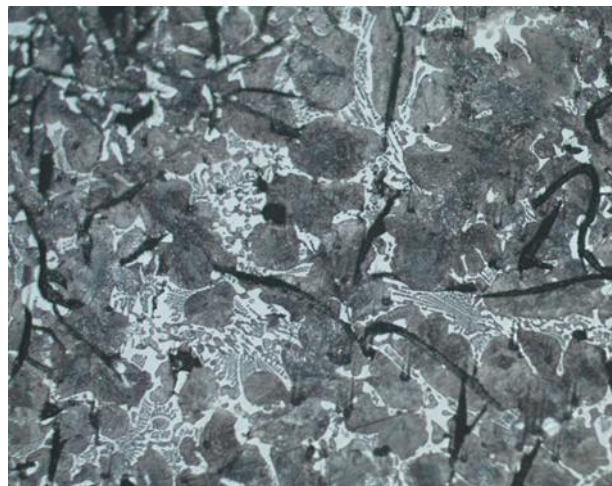
Рис.7 Труба Ду 250 мм английского производства прокладки 1890 г.

Микроструктура чугуна трубы представлена на рис. 8. Графит имеет пластинчатую форму, располагается колониями. На ряду с пластинчатыми, наблюдаются многочисленные точечные включения графита (~5 мкм). Металлическая матрица состоит из перлита,

феррита, (около 10 %) и фосфидной эвтектики (20-25 %). Феррит расположен вдоль графитовых пластин, фосфидная эвтектика – по границам перлитных зерен. Большое количество фосфидной эвтектики объясняется высоким содержанием фосфора (таблица 1).



а



б

Рис. 8 Микроструктура трубы Ду 250 мм, английского производства прокладки 1890 года, $\times 100$: а – без травления; б – после травления 4%-м спиртовым раствором HNO_3

В 2025 г. на Васильевском острове в процессе строительных работ механически была повреждена и извлечена чугунная труба действующего водопровода Ду 600 мм прокладки 1904 г. Труба была произведена на Олонском литейном заводе.

Из места разрушения были вырезаны образцы (рис. 9 а). Также были вырезаны образцы из соседней неповрежденной трубы (рис. 9 б). На фото четко видно, что в месте разрушения скопление огромного количества литейных дефектов (возможно при заливке трубы попала влага). Но даже в таком состоянии труба проработала более 120 лет. Вторая, не разрушенная труба, как и все рассмотренные выше,

явных локальных коррозионных повреждений не имеет. Средняя толщина стенки обеих труб – 20 мм.

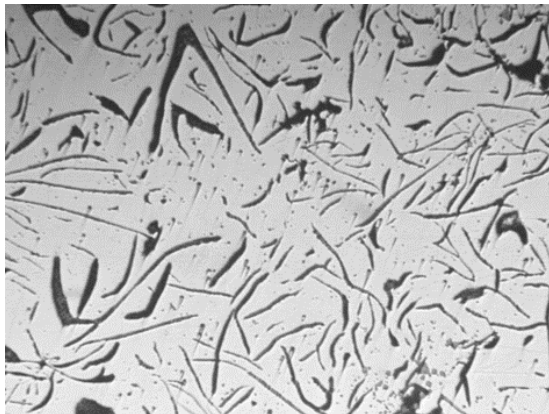


а

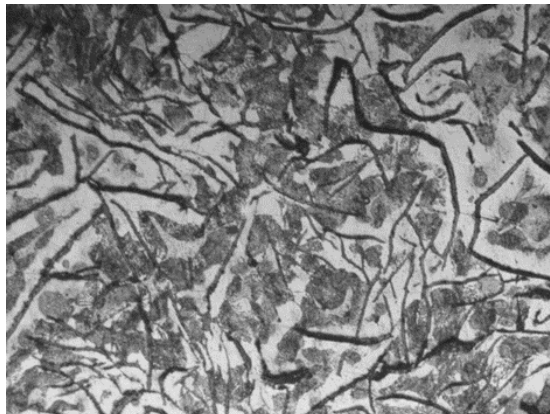


б

Рис. 9 Торцевые резы образцов из труб Ду 600 прокладки 1904 г.: а – поврежденная труба; б – неповрежденная труба.



а



б

Рис. 10 Микроструктура трубы Ду 600 мм, прокладки 1904 г: а – без травления; б – после травления 4%-м спиртовым раствором HNO_3 .

Микроструктура: графит грубой пластинчатой прямолинейной формы, феррито-перлитная металлическая основа с неравномерным распределением структурных составляющих (перлит от

10 до 50 % по толщине и диаметру), фосфидная эвтектика (до 2 %).

В таблице 1 приведен химический состав чугунов, определенный спектральным методом.

Таблица 1

Маркировка образца	Массовая доля элементов, %					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
Труба Ду 250 1720 г.	4,90	0,47	0,93	0,44	0,021	0,025
Труба Ду 800 1986 г.	3,46	2,08	0,78	0,76	0,059	0,015
Труба Ду 250 1890 г.	3,25	1,82	0,37	1,70	0,068	0,079
Труба Ду 600 1904 г.	4,50	2,75	0,55	0,38	0,024	0,013

Результаты по пределу прочности на разрыв при растяжении следующие (средние значения по 3 образцам):

- для трубы Ду 800 1886 г. – 94 МПа;
- для трубы Ду 250 1890 г. – 130 МПа;
- для трубы Ду 600 1904 г. – 85 МПа;
- для трубы Ду 250 1720 г – испытания

не проводились.

Относительное удлинение во всех случаях нулевое.

Испытания проводились по ГОСТ 1497 [4] на образцах типа III.

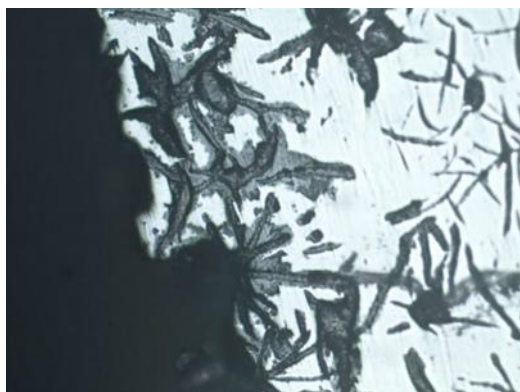
Таким образом, исследования труб из серого чугуна, отлитых в разное время или на разных заводах, показали:

Чугун стабильный, прогнозируемый материал. Все трубы, отлитые на Олонекских литейных заводах, имеют в структуре крупный пластинчатый графит прямолинейной формы. Механические свойства серых чугунов в первую очередь определяются формой графитовых включений, поэтому прочность у этих труб низкая и, практически, одинаковая (не более 100 МПа). Состав металлической основы определяется химическим составом, скоростями кристаллизации и охлаждения. В исследованных трубах структурные составляющие металлической основы одни и те же. Разница в их количественном соотношении связана с разным количеством заливаемого металла (скорость кристаллизации и охлаждения) и

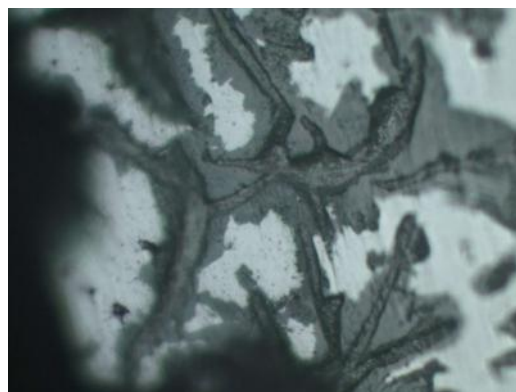
отличиями в химическом составе. Например, низкое содержание кремния и повышенное содержание марганца обеспечивают получение перлитной металлической основы даже при пониженных скоростях охлаждения (труба Ду 250 1720 г.). В трубе английского производства форма графита отличается. Присутствует гнездообразная форма (более компактная) графита, пластины более разветвленные и короткие и точечный графит. Этим можно объяснить более высокую прочность.

При таких низких механических свойствах серого чугуна, толщина стенки труб должна была быть значительной, чтобы обеспечить прочность трубопровода и его устойчивость к давлению грунта. Например, трубопровод Ду 800 мм на Васильевском острове, был проложен на глубине более 3 метров.

Все исследованные трубы показали высокую коррозионную стойкость. Во всех случаях коррозионные процессы развивались одинаково. На рис. 11 видно, что окисление металлической основы идет по границам металлической основы и графитовых пластин. Максимальная зафиксированная локальная глубина проникновения окислительных процессов с поверхности в глубину стенки чугунной трубы составила 1,5 мм, в среднем – меньше миллиметра.



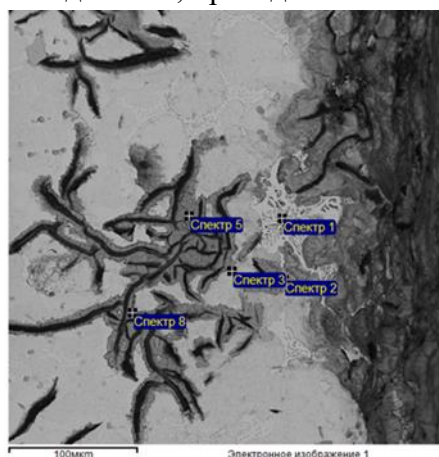
x300



x600

Рис. 11. Распространение окислительных процессов с поверхности в глубь металла

То, что окисление идет именно по графитовым включениям, подтверждают исследования, проведенные на электронном микроскопе TESCAN (рис. 12).



Спектр	C	O	Si	P	Fe	Итог
Спектр 1	6,79	-	-	14,29	78,55	100,00
Спектр 2	5,58	36,27	2,90	0,86	53,42	100,00
Спектр 3	7,00	6,86	1,69	0,35	84,10	100,00
Спектр 5	11,26	40,58	8,77	0,70	37,21	100,00
Спектр 8	7,85	22,07	2,31	0,41	67,35	100,00

Рис. 12 Фото приповерхностной области трубы из серого чугуна с указанием мест проведенного спектрального анализа и результаты спектрального анализа, выполненные на электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 SBH.

Точечный спектральный анализ позволяет идентифицировать структурные составляющие или, как в данном случае, окисленные области металлической основы. Спектр 1 соответствует фосфидной эвтектике, спектры 2, 5, 8 подтверждают переход железа металлической основы, граничащей с графитовыми включениями, в оксиды, спектр 3 демонстрирует наличие практически неповрежденного коррозией металла.

Отдельно хотелось бы отметить, что в 1907 году по 22 линии Васильевского острова был запущен трамвай и запущена в работу трамвайная тяговая подстанция № 1, которая до настоящего времени выполняет свои функции. При этом,

следов электрохимической коррозии трубы, пролежавшие в зоне действия блуждающих токов 125 лет, не имеют (5).

Вывод: из информации, приведенной выше, следует, что чугунные трубы даже из серого чугуна, с низкими механическими свойствами, большим количеством литейных дефектов, без современных коррозионностойких покрытий, безаварийно проработали от 120 до 280 лет во влажных, периодически затапливаемых Петербургских грунтах. При этом их коррозионный износ составил не более 10 % от толщины стенки.

Механизм коррозии чугуна, объясняющий его высокую коррозионную стойкость, будет рассмотрен в отдельной статье.

Список литературы:

1. К.П. Бунин, Я.Н. Малиночка, Ю.Н. Таран Основы металлографии чугуна. Металлургия, Москва, 1969 г. – С. 415.
2. Н.Г. Гиршович Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. Машиностроение, Москва, 1966 г., Ленинград. С. – 563.
3. ГОСТ 3443-87 Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры.
4. ГОСТ 1497-23 Металлы. Методы испытаний на растяжение.
5. «Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии. Руководящий документ РД 153-39.4-091-01», 4-ый филиал Воениздата Москва, 2002.
6. ГОСТ 7293-85 «Чугун с шаровидным графитом для отливок. Марки».
7. ГОСТ ISO 2531-2022 «Трубы, фитинги, арматура и их соединения из чугуна с шаровидным графитом для водоснабжения. Технические условия».

Системы водоснабжения и водоотведения военных санитарных поездов: состояние и перспективы**Water supply and sanitation systems of military ambulance trains: status and prospects**

Аннотация. В статье раскрыты такие элементы материально-технического обеспечения как водообеспечение и водоотведение мобильных железнодорожных комплексов, что необходимо для создания и поддержания условий, позволяющих осуществлять эвакуационные мероприятия в отношении пострадавшего в чрезвычайной ситуации населения и войск. Доступность в достаточном количестве доброкачественной питьевой воды является важным фактором, обеспечивающим санитарно-эпидемиологическое благополучие раненых и больных при перемещении железнодорожным транспортом. Объем питьевой воды, необходимой для военного санитарного поезда, предлагается установить в количестве 125 л на 1 место (койку), а сбор и утилизация сточных вод и содержимого санитарных приборов должны осуществляться в соответствии с нормативными требованиями.

Abstract. The article reveals such elements of logistical support as water supply and drainage of mobile railway complexes, which is necessary to create and maintain conditions that allow the implementation of evacuation measures for the population and troops affected in an emergency. Availability of sufficient quantities of good-quality drinking water is an important factor ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the wounded and sick when traveling by rail. The volume of drinking water required for a military ambulance train is proposed to be set at 125 liters per 1 place (bed), and the collection and disposal of waste water and the contents of sanitary fixtures must be carried out in accordance with regulatory requirements.

Ключевые слова: военный санитарный поезд, водоснабжение, водоотведение, питьевая вода, пурифайер, экологически чистый туалетный комплекс, сточные воды.

Keywords: military ambulance train, water supply, sanitation, drinking water, purifier, environmentally friendly toilet complex, wastewater.

В настоящее время для железнодорожной эвакуации в чрезвычайной ситуации используется подвижной состав (вагоны для мобильных и вагоны для маломобильных), предоставленный на договорной основе Открытым акционерным обществом «Российские железные дороги» из числа эксплуатируемых пассажирских вагонов после их минимального переоборудования.

В ходе проводимого исследования было установлено, что появились дополнительные возможности в обеспечении военного санитарного поезда (ВСП) техническими средствами служб тыла, предусмотренные для оснащения поезда материального

обеспечения: вагон-цистерна, вагон-кухня, вагон-столовая, вагон помывочно-дезинфекционный, вагон-прачечная, вагон для химчистки, вагон-электростанция, вагон-склад, вагон для очистки сточных вод, вагон-штаб (служебный) и вагон грузовой [5].

В ВСП питьевая вода предназначена (используется для): питья, первичной обработки пищевых продуктов, приготовления горячей пищи, чая, выпечки хлеба, мытья посуды и кухонного инвентаря, умывания и помывки, стирки белья, медицинских нужд, приготовления дезинфицирующих, дегазирующих и дезактивирующих растворов, санитарной уборки помещений, работы санитарных приборов (унитазы).

Каждый из переоснащенных пассажирских вагонов ВСП должен быть оборудован индивидуальной системой водоснабжения, состоящей из баков, магистральных и подводящих трубопроводов. Система водоснабжения включает в себя: наливные трубы с заправочными головками, два бака, две установки подачи холодной и горячей воды, водонагреватель, мойки, умывальные чаши, душевую сетку, расходный бак системы водяного пожаротушения, трубопроводы и арматуру, устройство контроля уровня воды в баках. На станционных путях вода из водоразборной колонки через наливные трубы с заправочными головками поступает в баки, а из них подаётся в трубопроводы к потребителям. Система водоснабжения оборудуется автоматическим устройством, предотвращающим переполнение бака в

процессе заправки и сигнализирующем о его заполнении.

В таблице 1 представлены потребности в воде эвакуируемых пострадавших с учетом предназначений и возможностей вагонов ВСП медицинского и материального профиля. Расчеты с учетом требований нормативных документов показывают, что ежедневно ВСП требуется около 44 м³ питьевой воды и около 44 м³ сточных вод целесообразно утилизировать.

В проекте ТТЗ на ОКР «Рельс-2» предложено в вагонах материального профиля дополнительно установить емкости для воды: в вагоне-кухне 4 по 1 м³ каждая и одна – 4 м³; в вагоне-столовой 3 емкости объемом не менее 2, 4 и 6 м³; в вагоне-складе (продовольственный) предусмотреть секцию для хранения 20 м³ воды; в вагоне-душе предлагается создать запас воды, равный 4,8 м³.

Таблица 1

Потребность в воде вагонов медицинского и материального обеспечения ВСП [1, 6-10]

Наименование вагона	Предназначение и возможности	Потребность в воде, в сутки
Вагон для мобильных	50 койко-мест (дополнительно 16 койко-мест), Душевая, санитарный узел	30 л на 1 место, 2,0 м ³ на вагон
Вагон для маломобильных	18 мест, Душевая, санитарный узел, мытьё судна	30 л + 20 л на 1 место, 0,9 м ³ на вагон
Вагон - изолятор	24 места (8 купе), Душевая, санитарный узел, мытьё судна	30 л на 1 место, 0,72 м ³ на вагон
Вагон-казарма (купейный)	Душевая, санитарный узел, 2 бытовых стиральных машины (БСМ)	30 л на 1 место, Стирка: 75 л на 1 кг белья, 4 м ³ на вагон
Вагон-казарма (плацк.)	Душевая, санитарный узел, 2БСМ	30 л на 1 место, Стирка: 75 л на 1 кг белья, 6,6 м ³ на вагон
Вагон-штаб	Душевая, санитарный узел	30 л на 1 место, 0,42 м ³ на вагон
Вагон-кухня	Цеха: овощной, холодный, мясорыбный, горячий. Моечная кухонной посуды. Туалетное помещение с душем,	25 л на 1 довольствующегося, 11,25 м ³ на вагон
Вагон-столовая	Мытьё столовой посуды, мытьё рук	2 л на мытьё рук 1 человека, 2 л на мытьё посуды 1 человека, 0,44 м ³ на вагон
Вагон-душ	Помывочное отделение, помещение для стирки.	45 л на 1 человека, Стирка: 75 л на 1 кг белья, 5,65 м ³ на вагон
Всего воды		44 м ³ (около 125 л на 1 койку)

Система водоснабжения пассажирских вагонов может отрицательно влиять на качество заправляемой воды и приводить к вторичному загрязнению, что связано с нарушением правил хранения, эксплуатации наливных шлангов, загрязнением внутренней поверхности баков и труднодоступности очистки баков [3]. Поэтому для достижения безопасности питьевого снабжения ВСП необходимо: наладить процедуру мониторинга качества питьевой воды и качества системы водоснабжения пассажирских вагонов; обеспечить надежную доочистку воды после заправки и по мере движения состава; предусмотреть возможность проведения профилактической дезинфекции баков и трубопроводов систем водоснабжения вагонов при проведении текущих, капитальных и капитально-восстановительных видов ремонта.

Согласно СП 2.5.3650-20 [8], требования по обеспечению безопасности питьевой воды сводятся к следующему перечню предложений:

- оснащение системы водоснабжения пассажирского вагона установкой по обеззараживанию питьевой воды. При использовании холодной питьевой воды из системы водоснабжения вагонов питьевая вода подвергается обеззараживанию непосредственно перед подачей потребителю;

- обеспечение резервуаров и трубопроводов системы водоснабжения пассажирского вагона теплоизоляцией для предохранения от замерзания в них воды после выключения отопления при температуре наружного воздуха минус 10 °С в течение 12 часов;

- проведение эксплуатирующей организацией промывки и дезинфекции системы водоснабжения в пунктах экипировки и подготовки в рейс вагонов ежегодно перед началом массовых перевозок пассажиров в апреле, мае, октябре, ноябре;

- предусматривание условий, исключающих возможность загрязнения водозаправочных шлангов в пунктах экипировки и подготовки в рейс вагонов.

Специалисты ФГУП ВНИИ гигиены транспорта Роспотребнадзора (ФГУП ВНИИЖГ) и Российского университета транспорта предлагают ряд мероприятий, которые актуальны и при эксплуатации вагонов ВСП [11]:

- установка системы доочистки перед заправкой воды в систему водоснабжения вагона;

- проведение дезинфекции системы водоснабжения вагона;

- применение сепаратора для очистки от механических примесей перед заправкой в систему водоснабжения вагона;

- установка средств обеззараживания в системе водоснабжения вагона.

С 2019 г. в связи с появлением более совершенных технологий подготовки питьевой воды в системах водоснабжения пассажирских вагонов локомотивной тяги применяются пурифайеры (рис 1), которые объединили в себе функции кипяtilьника непрерывного действия и кулеров и которые предназначены для нагрева, охлаждения, обеззараживания и порционной раздачи питьевой воды пассажирам и обслуживающему персоналу [2].

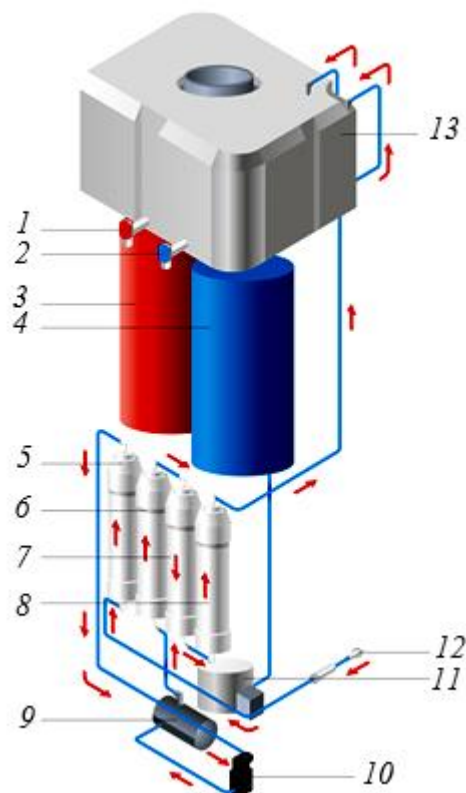


Рис. 1. Устройство пурифайера:

1, 2 – краны горячей, холодной воды; 3, 4 – баки горячей и холодной воды;
 5 – механический (осадочный) фильтр; 6 – сорбционный (угольный) фильтр; 7 – фильтр с
 обратноосмотической (RO) или ультрафильтрационной (UF) мембраной;
 8 – фильтр тонкой очистки; 9 – повысительный насос мембранных фильтров; 10 –
 электромагнитный клапан; 11 – компрессор; 12 – подача воды; 13 – бак-накопитель
 чистой воды

Как отмечалось выше, в ВСП образуется около 44 м³ сточных вод и общеизвестно, что не соблюдение нормативных требований по их сбору и утилизации создают предпосылки для ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки, для повышения вероятности возникновения среди эвакуируемых водных вспышек острых кишечных инфекций. Поэтому особого внимания заслуживают требования СП 2.5.3650-20 к работе санитарных приборов (унитаза), на которых в технологических целях используется питьевая вода [7]:

- пассажирские вагоны локомотивной тяги должны быть оборудованы экологически чистыми туалетными комплексами – ЭЧТК (рис. 2);
- запрещается в пассажирских вагонах локомотивной тяги, не оборудованных экологически чистыми

туалетными комплексами, пользоваться туалетами на стоянках, остановках, а также в границах санаторно-курортных и пригородных зон, тоннелей, мостов;

- вместимость (л) накопительного бака туалета пассажирского вагона в туалете – не менее 450, в туалете-душевой – не менее 250. При применении вакуумной туалетной системы с одним баком вместимость его должна быть не менее 700 л;
- исполнение накопительного бака не должно допускать неуправляемый сброс содержимого на железнодорожные пути;
- запрещается откачка содержимого накопительного бака туалетной системы через тамбур;
- дезинфекция туалетов, умывальных, душевых помещений

должна проводиться не реже 2 раз в течение 1 дня.

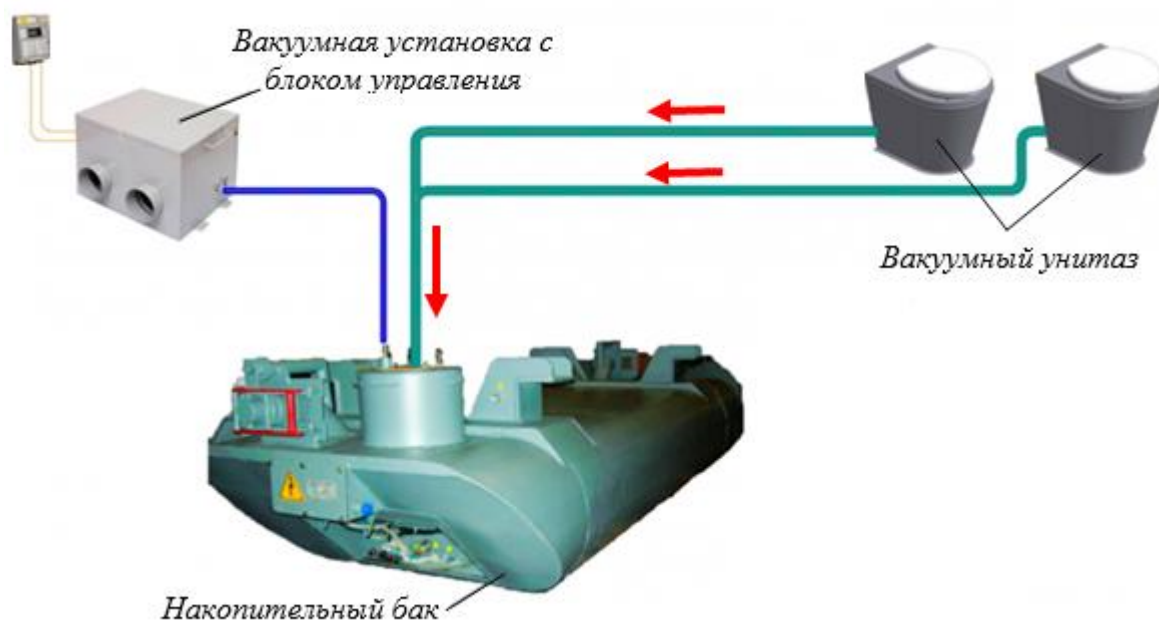


Рис. 2. Экологически чистый туалетный комплекс

Заслуживает опыт, приобретенный в Министерстве обороны при разработке и эксплуатации поезда материального обеспечения. В целях соблюдения требований экологической безопасности при помывке личного состава и стирке белья в составе данного поезда имеется вагон утилизации сточных вод. Все сточные воды (около 240 м³) от помывочных и прачечных вагонов после окончания процесса стирки белья и помывки личного состава поступают в вагон утилизации. В исключительных случаях предусмотрен слив сточных вод в заранее подготовленные и развернутые резервуары с последующим их вывозом [1, 11].

Таким образом, анализ литературных и научных данных показывает, что надежное функционирование военного

санитарного поезда может быть достигнуто за счет его обеспечения современными системами водоснабжения и водоотведения, а также удовлетворительного санитарного содержания этих объектов.

Учитывая отсутствие нормативных требований по объему питьевой воды, безусловно необходимой для средств эвакуации пострадавших железнодорожным транспортом, предлагается потребность военного санитарного поезда установить в количестве 125 л на 1 место (койку). С этой целью целесообразно внести соответствующие поправки в СП 2.5.3650-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры».

Список литературы:

1. ГОСТ 34681-2020 «Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Общие технические требования». (с учетом замечаний 28.12.2023).
2. Гречушникова Д.В., Сачкова О.С., Апатцев В.И. Современное оборудование системы водоснабжения пассажирских вагонов локомотивной тяги // Наука и техника транспорта. – 2022. – № 1. – С. 88-93.
3. Каськов Ю.Н. Научное обоснование и реализация системы приоритетных мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия на железнодорожном транспорте в условиях административной реформы // Дисс. на соискание ученой степени доктора мед. наук. – СПб., 2014. – 380 с.

4. Немтин В.Г. Задачи поезда материального обеспечения по вещевой службе, его энергообеспечение и экология // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № 4. – С.205-211.

5. Немтин В.Г. Поезд материального обеспечения и средства банно-прачечного обеспечения в его составе // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № 8 (9). – С. 219-225.

6. Приказ Министра обороны РФ от 21 июня 2011 г. № 888 «Об утверждении Руководства по продовольственному обеспечению военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации и некоторых других категорий лиц, а также обеспечению кормами (продуктами) и подстилочными материалами штатных животных воинских частей в мирное время».

7. СП 31.1330-2020 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий».

8. СП 2.5.3650-20. Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры.

9. Фатыхов Н.А., Дегтярев А.Н., Абрамов А.К. «Потому что без воды – и не туды – и не сюды...». Особенности обеспечения и нормирования водой в полевых условиях // Материально-техническое обеспечение. – 2024. – № 3, Ч.1. – С. 4-10.

10. Фатыхов Н.А., Дегтярев А.Н., Абрамов А.К. «Потому что без воды – и не туды – и не сюды...». Особенности обеспечения и нормирования водой в полевых условиях // Материально-техническое обеспечение. – 2024. – № 4, Ч.2. – С. 3-10.

11. Юдаева О.С., Гречушникова Д.В., Козлов А.С. Мероприятия по обеспечению безопасности питьевого водоснабжения пассажирских вагонов локомотивной тяги // Проблемы безопасности российского общества. – 2017. – № 4. – С. 79-82.

Методический инструмент обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия войск при организации полевого водообеспечения**A methodological tool for ensuring the sanitary and epidemiological well-being of troops in the organization of field water supply**

Аннотация. В статье рассмотрен методический инструментарий, помогающий контролировать водный баланс военнослужащих, устанавливать причинно-следственные связи, оптимизировать управление полевым водообеспечением и имитационное моделирование, что позволяет повысить уровень санитарно-эпидемиологического благополучия войск, обусловленного полевым водообеспечением. В заключении отмечается, что использованный методический подход может быть рекомендован для изучения и совершенствования других видов ресурсного обеспечения (продовольственного, вещевого и т. п.), оказывающих влияние на здоровье и боеспособность военнослужащих.

Abstract. The article considers methodological tools that help control the water balance of military personnel, establish cause-and-effect relationships, optimize field water management and simulation, which allows to increase the level of sanitary and epidemiological well-being of troops due to field water supply. In conclusion, it is noted that the methodological approach used can be recommended for studying and improving other types of resource provision (food, clothing, etc. P.), affecting the health and combat capability of military personnel.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологическое благополучие войск, полевое водообеспечение, причинно-следственная связь.

Keywords: sanitary and epidemiological welfare of troops, field water supply, causal relationship.

Актуальность. В Федеральном законе от 30.03. 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» приводится следующее определение данного благополучия: состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности. В законе в число социальных факторов среды обитания включено водоснабжение, предписания к которому сформулированы в статьях 18 (санитарно-эпидемиологические требования к водным объектам) и 19 (санитарно-эпидемиологические

требования к питьевой воде и питьевому водоснабжению населения). Санитарно-эпидемиологическое неблагополучие возникает при вредном воздействии водного фактора, создающем угрозу жизни или здоровью человека, а для военнослужащих – создающем угрозу снижения их боеспособности и не выполнения боевой задачи. В условиях специальной военной операции (СВО) наличие в районах дислокации группировки войск разрушенных систем централизованного водоснабжения, канализации, несвоевременная доставка воды, немонопольная ответственность за ее качество обуславливают высокий риск распространения инфекционных

заболеваний, имеющих водный механизм передачи возбудителей. Поэтому особое внимание должно уделяться методическим подходам, направленным на объективизацию гигиенической диагностики, позволяющую устанавливать причинно-следственные связи, а также предложениям по коррективам количественной и качественной адекватности полевого водообеспечения и его организации в целом.

Цель и задачи исследования. Провести оценку методов, позволяющих повысить уровень санитарно-эпидемиологического благополучия войск, обусловленного полевым водообеспечением,

Материал и методы. В статье обсуждаются методы, помогающих, во-первых, контролировать водный баланс военнослужащих и, как следствие – управлять индивидуальными нормативами водопотребления в полевых условиях. Во-вторых, для установления причинно-следственных связей актуальным методическим приемом является когнитивно-графический (метод «рыбьего скелета»), призванный вскрыть и визуально детализировано отобразить наличествующие в исследуемом процессе переменные, а посредством этого – выявить и сформулировать интегральную картину причинно-следственных связей в этом процессе. В-третьих, совокупность организационных, технологических и других недостатков, выявленных в ходе СВО, позволил предложить совершенствование системы полевого водообеспечения, используя метод бережливого управления, рекомендованный Департаментом повышения эффективности деятельности Минобороны РФ. Наконец, имитационное моделирование является одним из методических инструментов, успешно

применяемых специалистами военно-медицинского профиля.

Результаты и их обсуждение. 1-й методический подход связан с важнейшим элементом в управлении водопотреблением военнослужащих в полевых условиях, каким является мониторинг водного баланса, который позволяет своевременно и в достаточном объеме информировать о его нарушениях (отклонениях) как командный, так и рядовой состав. Потребление воды человеком в период интенсивной физической нагрузки и водное поведение регулируется несколькими механизмами, включая жажду, которая, однако не является адекватным стимулом для поддержания гидратации организма во время форсированной работы, даже если вода имеется в достаточном количестве. К числу наиболее простых объективных методов относится прием, основанный на следующей зависимости: в комфортных условиях окружающей среды каждая ккал энергии, израсходованная взрослым человеком, должна обеспечиваться 1 мл воды. Указанное соотношение рекомендуется увеличивать до 1,5 мл/ккал при повышенной температуре окружающей среды, высокой влажности и интенсивной физической активности [6]. Данный метод может быть реализован при мониторинге ЧСС с помощью кистевого пульсометра и преобразования полученных данных в энерготраты [4]. Также разрабатываются портативные биоустройства контроля дегидратации организма: по осмолярности слюны, носимые датчики анализа состава пота, носимые сенсорные системы. Например, в США разработан пластырь, удобно сидящий на руке и позволяющий с помощью микрофлюидных датчиков измерять скорость потоотделения и концентрацию натрия в поте [7], а компанией «Odic» предложена носимая

сенсорная система, отслеживающая внутреннюю температуру тела по измерению частоты сердечных сокращений и движениям военнослужащего [8]. Устройство через локальную сетевую систему собирает данные в режиме реального времени с датчика HIPS и отправляет эти сведения на контролируемый облачный сервер, а далее — командирам подразделений. Однако в настоящее время отсутствуют отечественные носимые сенсорные системы и портативные биоустройства контроля дегидратации организма военнослужащих, что не позволяет организовать непрерывный мониторинг водного баланса при интенсивной физической нагрузке и жаркой погоде. Вместе с тем, учитывая напряженность задач, выполняемых, например, военнослужащими воздушно-десантных войск, среднесуточные энерготраты до 7000 ккал [1], а также соотношение (1,5 мл воды на 1 ккал высокой физической активности), минимальные нормы потребления воды (6 л), установленные в Руководстве по полевому водообеспечению войск, следует считать дефицитными, даже с учетом 1,5 л бутилированной питьевой воды, выдаваемой в соответствии с приказом Министра обороны РФ от 16.12.2020 г. № 686.

2-й методический подход является прикладным визуально-обеспечительным инструментом, позиционируемый как универсальный, нацеленный на нахождение решения по устранению или редуцированию собственно причины проблемы, а не ее симптомов, а потому призванный как можно глубже вскрыть и исследовать причины проблемы. Метод предполагает наглядное воспроизведение на одном листе комплекса причин, влияющих на возникновение, развитие, прекращение события (процесса). Этот

метод следует рассматривать как обеспечительный (для создания предпосылок интеллектуального озарения и отыскания сложного решения), в том числе и когда он используется как прикладной в системе масштабного мониторинга. Диаграмма состоит из 4 схематических частей: 1- головная часть скелета; 2- хвостовая часть скелета; 3- верхние и нижние ребра; 4- хребет (несущий элемент скелета). Головная часть «рыбьего скелета» призвана отображать основную исследуемую проблему. Хвостовая часть – отображает вывод, решение. На диаграмме главные диагональные линии (верхние и нижние ребра) отображают основные причины. К этим отрезкам могут быть прикреплены другие отрезки, отображающие дополнительные причины. Рассматриваемый метод в обязательном порядке предполагает применение коротких ёмких лексических конструкций нарисовочных подписей, сделанных в инженерном стиле научного письма. За счет этого минимизируется объемы информации, которыми приходится визуально оперировать, что превращает обсуждаемую диаграмму в онтологическую модальность концепта решения [2]. Лексические конструкции основных причин санитарно-эпидемиологического благополучия, обусловленного влиянием водного фактора в полевых условиях, приведены в табл.1.

На следующем этапе воспроизведена наглядная интегральная картина причинно-следственных связей влияния водного фактора на здоровье (боеспособность) военнослужащих в ходе СВО (рис. 1). Исследование воздействия водного фактора показало существенную роль следующих основных причин (недостатков): санэпидобстановка, правовое,

информационное, лабораторное и кадровое обеспечения, особенности водоснабжения в условиях СВО, количество и качество воды. Вместе с тем, проведение полного комплекса противоэпидемических мероприятий медицинской службой при поддержке

командования группировки СВО позволяло не допустить возникновения групповых очагов инфекционных заболеваний, осложнения санитарно-эпидемиологической обстановки и снижения боеспособности личного состава.

Таблица 1.

Результаты исследования возможности воспроизведения влияния водного фактора в полевых условиях на здоровье (боеспособность) военнослужащих с помощью метода «рыбьего скелета»

Основные причины	Детализация основных причин	Лексические конструкции основных причин
Санэпид-обстановка	Акты химического терроризма, микробное и химическое загрязнение водоемисточников, восприимчивый организм (иммунитет военнослужащих)	Водоемисточники, восприимчивый организм
Правовое обеспечение полевого водообеспечения (ПВ) войск	Пробельность нормативно-правового регулирования (НПР) ПВ и его функционирование вне (за пределами) федерального законодательства	Пробельность НПР, вне федерального законодательства
Информационное обеспечение	Незавершенность алгоритмов обмена данными, недостоверность сведений, незаконченность цифровизации профилактической и контрольно-надзорной деятельности, материально-технического обеспечения (МТО)	Незавершенность, недостоверность, цифровизация
Особенности водоснабжения в условиях СВО	Преимущественное использование систем централизованного холодного водоснабжения населенных пунктов; наличие потенциально опасных для водоемисточников промышленных и других объектов; не монополия, а коллективная ответственность, не гарантирующая безопасность питьевой воды в качественном и количественном отношении; водоснабжение войск вне ресурсного (продовольственного, вещевого и других) обеспечения; из табельных средств в основном используются ПБУ-600; сверхнормативное применение бутилированной воды и недостаточное снабжение водой этапов медицинской эвакуации (ЭМЭ)	Системы водоснабжения н. пунктов, опасные объекты для водоемисточников, бутилированная вода
Количество воды	Дефицит воды, несовершенство дифференцированного нормирования для объектов МТО, ЭМЭ, службы РХБ защиты; недостаточно воды для хозяйственно-питьевых нужд (увеличить с 12/16,5 до 41/46 л/на 1 чел в сутки); не ежедневные, а эпизодические расходы на помывку и стирку белья	Дефицит, нормирование, расходы
Контроль качества воды	Недостатки в организации производственного контроля, предусмотренной в статье 25 Федерального закона № 416-ФЗ; неэффективные медицинский контроль и санэпиднадзор; отсутствие в штате сэл (взвода) токсиколога-радиолога	Неоптимальные производственный, медицинский контроль и санэпиднадзор
Лабораторное обеспечение	Необъективный контроль за эпидемической и химической безопасностью воды при производственном и медицинском контроле, а также при санэпиднадзоре вследствие отсутствия единой сети лабораторного химико-аналитического контроля и не применения экспресс-методов биотестирования	Отсутствие химико-аналитического контроля и экспресс-методов

Основные причины	Детализация основных причин	Лексические конструкции основных причин
Кадровое обеспечение	Дефекты в подготовке штатных и нештатных специалистов инженерных войск по вопросам ПВ, необходимость наращивания межсистемных знаний, эксплуатация табельных средств нештатными специалистами	Межсистемные знания, нештатные специалисты

В 3-й методическом подходе реализован метод бережливого управления, направленного на оптимизацию полевого водообеспечения войск, как процесса, представляющего собой набор взаимосвязанных операций: решение командира, планирование, разведка, добыча, водоподготовка, контроль качества воды, ее хранение и подвоз, содержание водоразборных пунктов.

В соответствии с Методическими рекомендациями [3] оптимизация процесса осуществлялась пошагово (с некоторым их сокращением):

1 шаг – Формирование и направление предложений по оптимизации процесса.

2 шаг - Формирование команды оптимизации.

3 шаг - Сбор информации о процессе.

4 шаг - Разработка карты текущего процесса.

5 шаг - Определение показателей текущего процесса.

6 шаг - Выявление и анализ проблем текущего процесса.

7 шаг - Разработка карты целевого процесса.

8 шаг - Определение показателей целевого процесса.

9 шаг - Определение результатов оптимизации процесса.

10 шаг - Формирование матрицы мероприятий.

11 шаг - Разработка и утверждение плана мероприятий по оптимизации процесса.

К 6-му шагу проведенной автором модернизации выявлены следующие

проблемы: основой полевого водообеспечения войск являются силы не ресурсного обеспечения Минобороны РФ (инженерные войска), а силы воинских частей от полка (бригады) и выше. Пункты добычи и очистки воды в батальонах (дивизионах) оборудуются силами нештатных расчетов из состава батальонов (дивизионов) с использованием табельных средств. Для выполнения задач полевого водообеспечения войск в оперативном звене привлекаются силы ресурсного обеспечения Минобороны РФ: подразделения инженерных войск, тыловые подразделения, подразделения – РХБ защиты, медицинской службы; коллективная, а не монополярная ответственность за конечный результат — качество питьевой воды; эксплуатация индивидуальных, групповых и табельных средств непрофессионалами; медицинская служба воинской части и подразделений не способна обеспечить постоянный контроль качества воды на пунктах добычи и очистки воды в батальоне (дивизионе), на водоразборных пунктах частей и подразделений; несовершенная лабораторная база у медицинской службы и инженерных войск.

При определении показателей целевого (перспективного) процесса (шаг 8) предложено участникам (ответственные) от медицинской службы, РХБЗ и тыла включить в состав (штат) единой службы полевого водообеспечения. В результате снабжение войск водой в поле будут организовывать только начальник штаба

и единая служба полевого водообеспечения. Определение результатов оптимизации (шаг 9) путем расчета числа действий, их продолжительности (в часах) при осуществлении операций в процессе организации полевого водообеспечения войск показало, что временные затраты участников процесса уменьшаются в 2,8 раза, а число действий – в 1,3 раза за счет включения специалистов медицинской службы и РХБЗ в штат службы полевого водообеспечения, а также сокращения числа их действий до уровня (два) экспертных решений (консультаций).

При разработке плана мероприятий по оптимизации процесса предложены следующие основные профилактические (здоровьесохраняющие) мероприятия: разработка современной концепции полевого водообеспечения, обеспечивающей санитарно-эпидемиологическое благополучие войск и гарантированное в количественном и качественном отношении обеспечение войск питьевой водой; обоснование целесообразности создания в ВС РФ единой службы полевого водообеспечения; определение подчиненности (места) единой службы полевого водообеспечения в структуре ВС РФ.

В заключительном методическом подходе для достижения цели исследования применялся научный инструмент в виде анализа матричной и автономной моделей [5]. В матричной модели (группа 1) исследовалась работа специалистов, ответственных за разные (пять) операций в процессе полевого водообеспечения: командир, специалист инженерной службы, заместитель по тылу, специалист медицинской службы, специалист службы радиационной, химической и биологической защиты. При выполнении задач, связанных с ПВ, специалисты оставались под управлением

начальников соответствующих служб. В автономной модели (группа 2) пять специалистов выделены в самостоятельную команду под управлением одного начальника. Каждый этап (операция) выполнялся профильным специалистом в рамках единого процесса. При разработке каждой модели проведен анализ процесса водообеспечения, который позволил расставить акценты на особенностях функционирования существующей системы: степень вовлеченности каждого специалиста в процесс водообеспечения, временные затраты на передачу работы между этапами (операциями), вероятность возврата на предыдущий этап, отсутствие или наличие единого руководителя.

Для количественной оценки надёжности системы применялись следующие математические модели:

1. Экспоненциальный закон надёжности

При случайном потоке отказов (наработка на отказ подчиняется показательному закону):

$$R(t) = e^{(-\lambda t)} = e^{(-t / MTBF)}$$

Символ	Описание
$R(t)$	Вероятность безотказной работы в момент t
$\lambda = 1/MTBF$	Интенсивность отказов (ед. ⁻¹)
MTBF	Среднее время между отказами (ед.)
$t = 100$ ед.	Контрольная точка оценки надёжности

2. Коэффициент готовности

$$K_g = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

$MTTR = 5$ ед. (среднее время восстановления, константа для обеих групп). K_g показывает долю времени, в течение которого операция/система находится в работоспособном состоянии.

3. Надежность последовательной системы

$$R_{\text{sys}} = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_8 = \prod R_i(t)$$

При последовательном соединении 8 операций системная надёжность равна произведению надёжностей каждого звена. Отказ любого звена означает отказ всей системы – классическая модель «слабого звена».

4. Вероятность СЭН-соответствия

$$P_{\text{СЭН}} = \prod (1 - p_i) \quad , \quad p_i \text{ — вер-ть нарушения на операции } i$$

Санитарно-эпидемиологическое соответствие (благополучие) всей системы определялось как вероятность отсутствия хотя бы одного нарушения на любой из 8 операций. Нарушения независимы, поэтому применимо правило произведения вероятностей.

Полученные результаты моделирования позволили сделать следующие выводы:

- Матричная модель (группа 1) – при которой специалисты из разных служб работают под собственными руководителями (начальниками) – создает системный дефицит вовлеченности. Реальная отдача каждого участника составляет ~ 20 %, что в совокупности с потерями на согласование увеличивает общую продолжительность выполнения задачи в 4-5 раз по сравнению с оптимальной.

Автономная модель (группа 2) устраивает конкурирующие приоритеты

(реорганизацию существующей системы полевого водообеспечения): единый руководитель (начальник) выстраивает линейный процесс, в котором каждый специалист подключается точно на своем этапе с полной вовлеченностью. Это обеспечивает предсказуемость сроков, высокое (гарантированное) качество питьевой воды и четкую персонификацию ответственности. Наконец, эта модель предполагает вероятность санитарно-эпидемиологического благополучия на уровне 79,96 % против 23,77 % у матричной модели, т.е. показатель повышается в 3.4 раза.

Заключение. Представленный методический инструментарий, включающий методы, помогающие контролировать водный баланс военнослужащих, устанавливать причинно-следственные связи, оптимизировать управление полевым водообеспечением и имитационное моделирование, позволяет как существенно повысить уровень санитарно-эпидемиологического благополучия войск, обусловленного полевым водообеспечением, так и рекомендовать его для изучения и совершенствования других видов ресурсного обеспечения (продовольственного, вещевого и т. п.), оказывающих влияние на здоровье и боеспособность военнослужащих.

Список литературы:

1. Ендальцев, Б.В. Физическая культура, здоровье и работоспособность человека в экстремальных экологических условиях.- СПб.: ФИВК, 2008.- 198 с.
2. Исикава, К Японские методы управления качеством.- М.: Эконгмика, 1988.- 215 с.
3. Методические рекомендации по применению основ бережливого управления в Министерстве обороны Российской Федерации / Утв. Руководителем Департамента повышения эффективности деятельности Минобороны РФ 15.12.2025 г.
4. Соколов, А.И. Оценка потребности в жидкости у футболистов на основании определения уровня их персональных энерготрат / А.И. Соколов, С.В. Лавриненко, К.В. Выборная [и др.] // [Тенденции развития науки и образования](#). - 2021. - [№ 77-3](#). - С. 118-123.

5. Asefa, H. On modeling the shared environment / H.Asefa, H.K. Brustad, O.E.Næss [et.al.] // American journal of epidemiology.- 2026.- online first
6. Recommended Dietary Allowances: 10th Edition. Washington(DC): National Academies Press (US); 1989.
7. Sensor that reads hydration set to hit the market // URL.: <https://internetofbusiness.com/gatorade-sweat-sensor-hydration> (дата обращения 12.05.2026).
8. Wearable Sensor System to Prevent Heat Injuries Among Soldiers // URL.: <https://www.technology.org/2022/08/25/gtri-helps-develop-wearable-sensor-system-to-prevent-heat-injuries-among-soldiers> (дата обращения 12.05.2026).

Методика оптимизации комбинированной атмосферонезависимой неядерной энергетической установки для объектов военной инфраструктуры**Methodology for optimizing a combined atmosphere-independent non-nuclear power plant for military infrastructure facilities**

Аннотация. В статье приводится математическая модель экспресс-оценки объема и стоимости атмосферонезависимой неядерной энергетической установки, которая может состоять, как из энергоустановки одного типа (с электрохимическим генератором и риформингом дизельного топлива, свинцово-кислотной или литий-ионной аккумуляторной батареи), так и их комбинаций в различных пропорциях по занимаемому объему. Практическое использование методики на основе предложенной математической модели позволяет снизить до 40 % объем комбинированной энергоустановки в сравнении с энергоустановкой раздельного типа, что особенно важно для объектов, обеспечивающих бесперебойное функционирование в режиме полной изоляции. В исследовании задача оптимизации решается не только за счет вариации отдельных технических требований, но и за счет конфигурации энергоустановки и выбора модели ее функционирования, учитывающей цикличность работы составных частей, а также необходимость работы в режиме повышенной мощности или без таковой.

Abstract. This article presents a mathematical model for rapidly assessing the volume and cost of an atmosphere-independent non-nuclear power plant, which may consist of either a single power plant type (with an electrochemical generator and diesel fuel reforming, or a lead-acid or lithium-ion battery) or combinations thereof in varying proportions. Practical application of the methodology based on the proposed mathematical model allows for a reduction of up to 40% in the volume of a combined power plant compared to a separate power plant, which is particularly important for facilities that ensure uninterrupted operation in complete isolation mode. The study addresses the optimization problem not only by varying individual technical requirements but also by configuring the power plant and selecting its operating model, taking into account the cyclical operation of its components, as well as the need for operation in high-power mode or without it.

Ключевые слова: оптимизация объема энергоустановки, размещение энергоустановки, риформинг, энергоэффективность, режим полной изоляции, перспективы ЛИАБ, ресурсосбережение

Keywords: power plant volume optimization, power plant placement, reforming, energy efficiency, full isolation mode, prospects for lithium-ion batteries, resource conservation

Использование неядерных энергетических установок находит самое широкое применение в промышленности, космонавтике и военном деле: специальные фортификационные сооружения, безэкипажные катера,

беспилотные летательные, космические и подводные аппараты и другие [1-5].

В большинстве случаев, за исключением воздушных и космических объектов, основным критерием выбора типа энергоустановки является ее объем

и/или стоимость. Для специальных объектов, обеспечивающих бесперебойное функционирование в режиме полной изоляции, такими установками могут быть [6-10]:

- свинцово-кислотная аккумуляторная батарея (СКАБ);
- литий-ионная аккумуляторная батарея (ЛИАБ);
- атмосферонезависимая неядерная энергетическая установка с электрохимическим генератором и риформингом дизельного топлива (АНЭУ) с системой хранения жидкого кислорода и дизельного топлива (ЖКДТ).

Математическую модель экспресс-оценки объема и стоимости перечисленных типов установок при работе без необходимости обеспечения повышенной мощности можно определить системой уравнений (1).

Массовая доля высвобождаемого водорода и массовый расход кислорода на риформинг определяются исходя из реализованных на объекте химических реакций риформинга (с полной или частичной конверсией оксида углерода) и работы ЭХГ соответственно [11-14]. Возможные реакции представлены уравнениями (2) и (3).

$$\begin{cases} V_{АНЭУ} = a \cdot P_{ЭУ} \\ V_{ЖКДТ} = (1 + \delta_k) \cdot d \cdot \left(\frac{\left(\frac{M_B}{\delta_B \cdot \rho_{ДТ}} + \frac{M_{K1}}{\rho_{ЖК}} \right)}{КПД} + \frac{M_{K2}}{\rho_{ЖК}} \right) = b \cdot P_{ЭУ} \cdot t \\ V_{ХХАБ} = c \cdot P_{ЭУ} \cdot t \end{cases} \quad (1)$$

где $V_{АНЭУ}$, $V_{ЖКДТ}$, $V_{ХХАБ}$ – объемы АНЭУ, системы хранения ЖКДТ и ХХАБ соответственно, м³;

δ_k – доля объема конструкций системы хранения ЖКДТ от объема ЖКДТ, ед.;

d – размерный коэффициент – 24 ч/сут;

КПД – коэффициент полезного действия ЭХГ, ед.;

M_B – массовый расход водорода при КПД ЭХГ 1 ед. – 0,03 кг/(кВт·ч);

M_{K1} – массовый расход кислорода на ЭХГ при КПД 1 ед. – 0,24 кг/(кВт·ч);

M_{K2} – массовый расход кислорода на риформинг, кг/(кВт·ч);

δ_B – массовая доля высвобождаемого водорода, ед.;

$\rho_{ДТ}$ – плотность дизельного топлива – 720 кг/м³;

$\rho_{ЖК}$ – плотность жидкого кислорода – 1141 кг/м³;

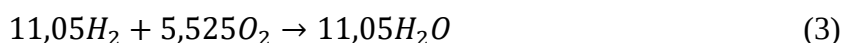
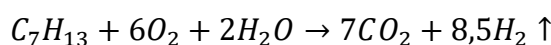
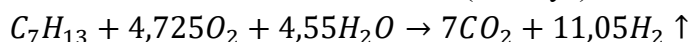
$P_{ЭУ}$ – электрическая мощность энергоустановки, кВт;

t – автономность энергоустановки, сут;

a – удельный объем АНЭУ, м³/кВт;

b – удельный объем системы хранения ЖКДТ, м³/(кВт·сут);

c – удельный объем помещения для ХХАБм, м³/(кВт·сут).



Математическая модель экспресс-оценки стоимости энергоустановок включает использование в приведенных выше формулах удельных показателей стоимости.

Анализ приведенной модели свидетельствует, что для малой автономности объекта инфраструктуры приоритет имеет энергоустановка на базе ХХАБ, а для большой – на базе АНЭУ. Однако выбор только в пользу одного типа не всегда является оптимальным – в ряде случаев минимальный объем может быть обеспечен при использовании на одном объекте нескольких типов установок.

Целью настоящего исследования является разработка методики, которая позволяет оценить оптимальные параметры комбинированной атмосферонезависимой неядерной энергетической установки (далее – ЭУ), состоящей из АНЭУ, системы хранения ЖКДТ и ХХАБ (СКАБ или ЛИАБ) в различных пропорциях (далее – ЭУ), модель функционирования которой будет учитывать необходимость периодической работы с повышенной мощностью.

Оптимальной конфигурацией ЭУ принимаются такие объемы АНЭУ и ХХАБ, которые в совокупности при заданных технических требованиях обеспечивают оптимальные параметры ЭУ: объем (стоимость) ЭУ, объем (стоимость) составных частей ЭУ, максимальная и, в ряде случаев, минимальная электрическая мощность АНЭУ в составе ЭУ. Технические требования к ЭУ в общем случае включают:

- электрическая мощность ЭУ, кВт;
- электрическая мощность ЭУ в режиме повышенной мощности, кВт;

- автономность ЭУ, сут;
- продолжительность одного периода работы ЭУ в режиме повышенной мощности, сут;
- продолжительность одного периода работы АНЭУ*, сут;
- число циклов работы ЭУ с одним периодом работы в режиме повышенной мощности, ед.;
- число циклов работы АНЭУ между периодами работы ЭУ в режиме повышенной мощности*, ед.;
- модель функционирования ЭУ.

* При необходимости.

Для ЭУ можно выделить три основных модели функционирования:

- с непрерывной работой АНЭУ в составе ЭУ, когда часть вырабатываемой АНЭУ энергии идет на заряд ХХАБ, используемой как дополнительный источник электрической мощности при работе ЭУ в режиме повышенной мощности;
- с циклической работой АНЭУ в составе ЭУ, когда часть вырабатываемой АНЭУ энергии идет на заряд ХХАБ, используемой как основной источник электрической мощности при работе ЭУ в режиме повышенной мощности;
- с короткоциклической работой АНЭУ в составе ЭУ, когда часть вырабатываемой АНЭУ энергии идет на заряд ХХАБ, используемой как основной источник электрической мощности при работе ЭУ с выключенной АНЭУ, а при работе ЭУ в режиме повышенной мощности используется только ХХАБ.

При непрерывной работе АНЭУ (рис. 1) математическая модель экспресс-оценки параметров ЭУ определяется системой уравнений (4).

$$\begin{cases}
V_{ЭУ} = V_{АНЭУ} + V_{ЖКДТ} + V_{ХХАБ}, & \text{при } P_{max} \in [0; P_2] \\
V_{АНЭУ} = a \cdot P_{max} & \text{при } P_{max} \in [0; P_2] \\
V_{ЖКДТ} = \begin{cases} b \cdot P_{max} \cdot t_1, & \text{при } P_{max} \in [0; P_{CP}] \\ b \cdot P_{CP} \cdot t_1, & \text{при } P_{max} \in [P_{CP}; P_2] \end{cases} \\
V_{ХХАБ} = \begin{cases} c \cdot ((P_2 - P_1)t_2n + (P_1 - P_{max})t_1), & \text{при } P_{max} \in [0; P_1] \\ c \cdot ((P_2 - P_{max})t_2n - (P_{max} - P_1)\left(\frac{t_1}{n} - t_2\right)(n-1)), & \text{при } P_{max} \in [P_1; P_{CP}] \\ c \cdot (P_2 - P_{max})t_2, & \text{при } P_{max} \in [P_{CP}; P_2] \end{cases} \quad (4)
\end{cases}$$

$$P_{CP} = P_1 + (P_2 - P_1) \frac{t_2}{t_1} n$$

$$P_{min} = P_1 + \frac{P_2 - P_{max}}{\frac{t_1}{t_2 \cdot n} - 1}$$

где $V_{ЭУ}$ – объем ЭУ, м³;

P_{max} – максимальная электрическая мощность АНЭУ, кВт;

P_{min} – минимальная электрическая мощность АНЭУ, кВт;

P_1 – требуемая электрическая мощность ЭУ, кВт;

P_2 – требуемая электрическая мощность ЭУ в режиме повышенной мощности, кВт;

t_1 – автономность ЭУ или объекта инфраструктуры, сут;

t_2 – продолжительность одного периода работы ЭУ в режиме повышенной мощности, сут;

n – число циклов работы ЭУ с одним периодом работы в режиме повышенной мощности, ед.

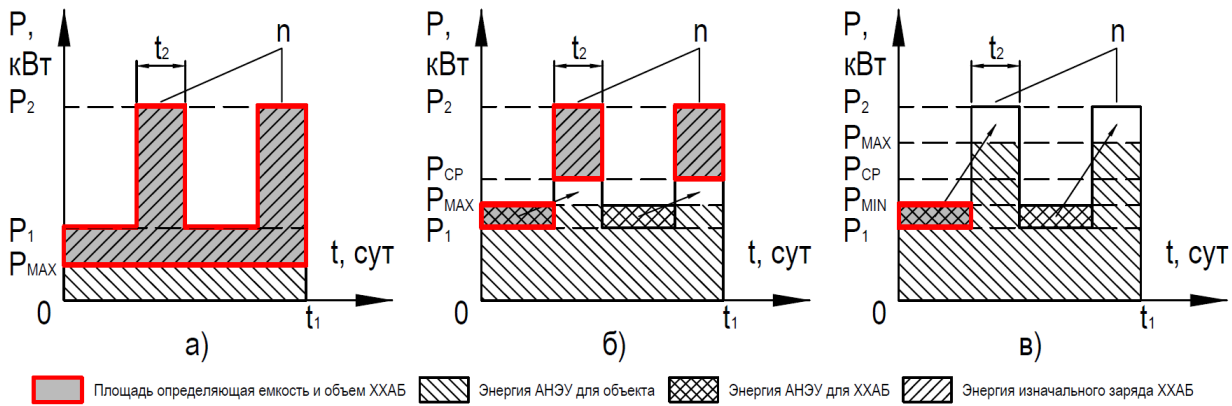


Рис. 1. Модель использования ЭУ с непрерывной работой АНЭУ:

а) $P_{max} \in [0; P_1]$; б) $P_{max} \in [P_1; P_{CP}]$; в) $P_{max} \in [P_{CP}; P_2]$

Оптимальные значения объема ЭУ и максимальной электрической мощности АНЭУ в составе ЭУ определяются минимальным значением функции $V_{ЭУ} = f(P_{max})$ (рис. 2а). При этом если объем ЭУ раздельного типа отличается от оптимального объема ЭУ

комбинированного типа менее чем на 20 %, то предпочтение целесообразно отдавать более дешевому варианту ЭУ. Для оценки стоимости вариантов ЭУ в приведенных выше формулах и далее по тексту необходимо использование удельных показателей стоимости.

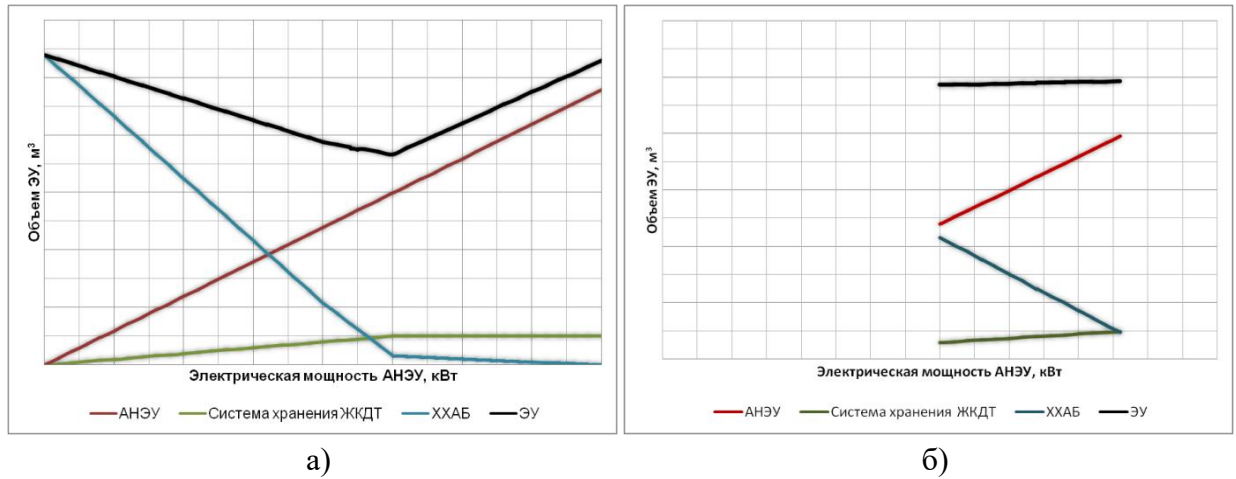


Рис. 2. Пример расчета параметров ЭУ:
а) с непрерывной работой АНЭУ; б) с циклической работой АНЭУ

Анализируя математическую модель можно прийти к выводам, что ЭУ с непрерывной работой АНЭУ в зависимости от значения исходных данных:

1) Позволяет снизить объем в сравнении с ЭУ раздельного типа до 40 % (в некоторых случаях преимущество остается за ЭУ раздельного типа, особенно для ХХАБ при сверхмалой автономности объекта);

2) Если имеет приоритет над ХХАБ, то обеспечивает:

– оптимальный объем, как правило, при максимальной электрической мощности АНЭУ близкой к средней за автономность требуемой электрической мощности ЭУ;

– объем ХХАБ на уровне порядка 10 % от общего объема ЭУ, что в данной модели функционирования снижает к минимуму приоритет ЛИАБ над СКАБ.

При циклической работе АНЭУ (рис. 3а) математическая модель экспресс оценки параметров ЭУ определяется системой уравнений (5).

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{ЭУ} = V_{АНЭУ} + V_{ЖКДТ} + V_{ХХАБ}, \quad \text{при } P_{max} \in [0; P_{ПР}] \\ V_{АНЭУ} = a \cdot P_{max} \\ V_{ЖКДТ} = b \cdot P_{max} \cdot (t_1 - t_2 \cdot n) \\ V_{ХХАБ} = c \cdot \left(P_2 \cdot t_2 \cdot n - (P_{max} - P_1) \left(\frac{t_1}{n} - t_2 \right) (n - 1) \right) \\ P_{ПР} = P_1 + \frac{P_2}{\frac{t_1}{t_2 \cdot n} - 1} \end{array} \right. \quad (5)$$

где $P_{ПР}$ – предельная электрическая мощность АНЭУ, кВт.

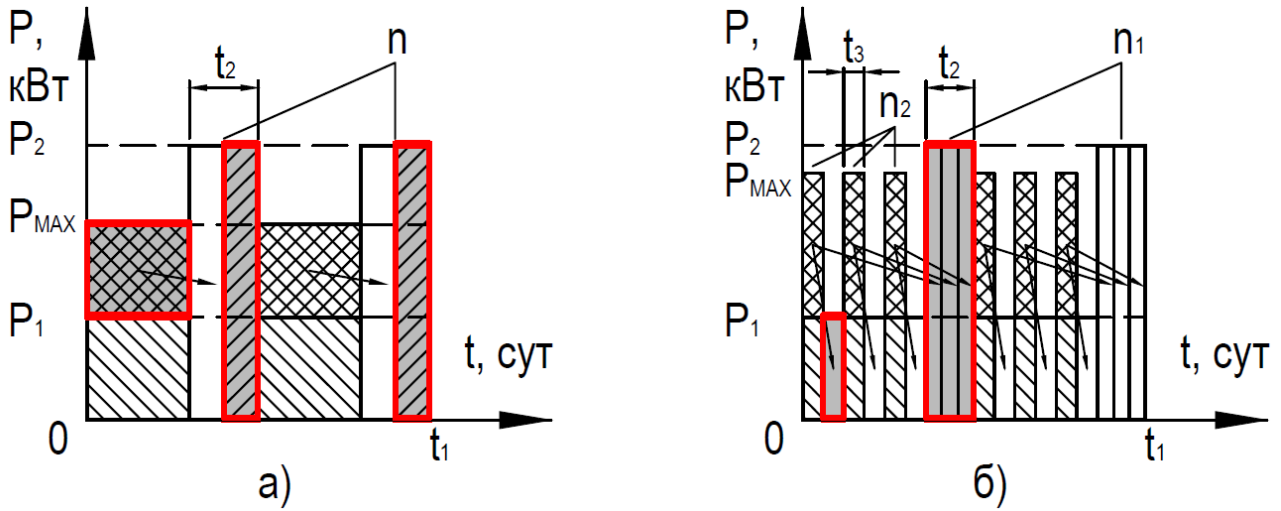


Рис. 3. Модель использования ЭУ:

а) с циклической работой АНЭУ; б) с короткоциклической работой АНЭУ

Функция принимает линейный вид и в данной модели функционирования не предусматривает возможность полного приоритета АНЭУ или ХХАБ над ЭУ или друг перед другом. При этом ЭУ с циклической работой АНЭУ (рис. 2б):

– имеет больший объем, чем ЭУ с непрерывной работой АНЭУ;

– имеет минимальный (оптимальный) объем в зависимости от значения исходных данных на одной из границ функции $V_{ЭУ} = f(P_{max})$.

При короткоциклической работе АНЭУ (рис. 3б) математическая модель экспресс оценки параметров ЭУ определяется системой уравнений (6).

$$\left\{ \begin{array}{l} V_{ЭУ} = V_{АНЭУ} + V_{ЖКДТ} + V_{ХХАБ}, \quad \text{при } t_3 \cdot n_2 \in \left(0; \frac{t_1}{n_1} - t_2\right) \\ V_{АНЭУ} = a \cdot P_{max} \\ V_{ЖКДТ} = b \cdot P_{max} \cdot t_3 \cdot n_2 \cdot n_1 \\ V_{ХХАБ} = c \cdot \left(P_2 \cdot t_2 - P_1 \cdot \frac{\frac{t_1}{n_1} - t_2 - t_3 \cdot n_2}{n_2} \right) \\ P_{max} = \frac{P_2 \cdot t_2 + P_1 \cdot \left(\frac{t_1}{n_1} - t_2\right)}{t_3 \cdot n_2} \end{array} \right. \quad (6)$$

где n_1 – число циклов работы ЭУ с одним периодом работы в режиме повышенной мощности, ед.;

n_2 – число циклов работы АНЭУ между периодами работы ЭУ в режиме повышенной мощности, ед.;

t_3 – продолжительность одного периода работы АНЭУ, сут.

Анализируя математическую модель можно прийти к выводам, что объем ЭУ с короткоциклической работой АНЭУ представляет собой функцию $V_{ЭУ} = f(n_2 \cdot t_3, n_2)$. При этом:

– чем больше $n_2 \cdot t_3$, тем меньше $V_{АНЭУ}$ и $V_{ХХАБ}$;

– чем больше n_2 , тем меньше $V_{ХХАБ}$;

– функция объема ЭУ не имеет прогиба и, в пределе, приводит к одной и той же конфигурации и значению минимального (оптимального) объема ЭУ, при которых не предусматривается короткоциклическое использование АНЭУ, а ХХАБ используется только при

работе ЭУ в режиме повышенной мощности.

Заключение

В результате исследования разработана методика, которая позволяет оценить оптимальные параметры комбинированной атмосферонезависимой неядерной энергетической установки, состоящей из АНЭУ, системы хранения ЖКДТ и ХХАБ (СКАБ или ЛИАБ) в различных пропорциях, модель функционирования которой учитывает необходимость периодической работы с повышенной мощностью.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что комбинированная энергетическая установка имеет до 40 % меньший объем, чем установка раздельного типа – содержащая только АНЭУ или только ХХАБ.

Без учета физполей наиболее выгодным является режим работы ЭУ с непрерывной работой АНЭУ, когда часть вырабатываемой АНЭУ энергии идет на заряд ХХАБ, используемой как дополнительный источник электрической мощности при работе ЭУ в режиме повышенной мощности. В данной модели максимальная электрическая мощность АНЭУ близка к средней за автономность требуемой электрической мощности ЭУ, а объем АНЭУ составляет порядка 90 % объема ЭУ, что снижает к минимуму приоритет ЛИАБ над СКАБ.

Полученные результаты могут быть использованы при анализе возможности размещения атмосферонезависимых неядерных энергоустановок на проектируемых и реконструируемых объектах военной инфраструктуры.

Список литературы:

1. Сайданов В.О., Живулько С.А. Разработка источников электрической энергии межвидового назначения на основе электрохимических генераторов для обеспечения воинских формирований материально-технического обеспечения ВС РФ / Военный инженер. – 2021. – № 3(21). – С. 13-19.
2. Саркисов С.В., Путилин П.А., Сорокин А.А. Комплексное решение по повышению энергоэффективности в системах жизнеобеспечения / Проблемы управления рисками в техносфере. – 2019. – № 2(50). – С. 26-32.
3. Аверьянов В.К. Саркисов С.В., Корпусов А.Н. Применение возобновляемых источников энергии в системах обеспечения жизнедеятельности / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № S8(9). – С. 37-49.
4. Аваков В.Б., Хайров Д.А., Ландграф И.К., Живулько С.А., Соколов А.А. Разработка моноблочного конвертора углеводородного топлива с отбором водорода из зоны реакции / Труды Крыловского государственного научного центра. – 2017. – № 2(380). – С. 111-120. – DOI 10.24937/2542-2324-2017-2-380-111-120.
5. Смолинский С.Н., Булат Р.Е., Сайданов В.О. Концепция децентрализованного энергоснабжения объектов МО РФ и проблемы подготовки военных инженеров-энергетиков / Двигателестроение. – 2015. – № 2(260). – С. 28-32.
6. Вакуненко В.А., Путилин П.А. К вопросу разработки конструктивно-технологических решений подземных специальных фортификационных сооружений Министерства обороны Российской Федерации / Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2016. – № 654. – С. 124-127.
7. Батищев Д.В., Гуммель А.А., Щучкин Д.А., Пахомин С.А. Системы управления и мониторинга свинцово-кислотных аккумуляторов объектов специального назначения /

Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2024. – Т. 67, № 3. – С. 26-37. – DOI 10.17213/0136-3360-2024-3-26-37.

8. Кича М.А., Мещеряков К.Н., Сибиряков Р.В. Подтверждена безопасность аккумулятора ЛИА-100а и батареи ЛИАБ на объектах ВМФ / Вестник МАНЭБ. – 2024. – Т. 29, № 1. – С. 39.

9. Сайданов В.О., Ландграф И.К., Савченко О.В. Электрохимические энергетические установки для объектов Вооруженных сил Российской Федерации. – Санкт-Петербург: Крыловский государственный научный центр, 2022. – 260 с. – ISBN 978-5-6046292-7-7. – DOI 10.24937/978-5-6046292-7-7.

10. Дядик А.Н., Балакин А.В., Малых Н.П. Энергетика морских подводных объектов большой дальности. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, 2024. – 274 с. – ISBN 978-5-88303-702-2.

11. Ченцов М.С., Соколов В.С., Прохоров Н.С. Концепция установки получения водорода риформингом дизельного топлива в составе атмосферонезависимой энергетической установки с электрохимическими генераторами для неатомной подводной лодки / Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – № 11(43). – С. 39-46.

12. Дядик А.Н., Юшков А.В. Результаты проектирования комплексной автоматизированной системы управления воздухонезависимой энергетической установки с электрохимическим генератором / Труды Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. – 2024. – № 1(9). – С. 33-43.

13. Дядик А.Н., Кича М.А., Маловик Д.С., Михайленко В.С. Утилизация выбросов углекислого газа в морской воде / Современные проблемы экологии: сб. докладов по материалам XXXIII всероссийской научно-практической конференции, Тула, 06 марта 2025 года. – Тула, 2025. – С. 96-98.

14. Дядик А.Н., Маловик Д.С., Бударин С.Н., Кича М.А. Генерация водорода с использованием органических носителей на борту морских подводных объектов / Морской вестник. – 2024. – № 1(89). – С. 62-64. – DOI 10.56192/18123694_2024_1_62.

Особенности квартирно-эксплуатационного обеспечения Войск национальной гвардии в районе специальной военной операции

Features of housing and maintenance support for the National Guard Troops in the area of a special military operation

Аннотация. Настоящая статья посвящена вопросам квартирно-эксплуатационного обеспечения подразделений войск национальной гвардии при выполнении задач в районе специальной военной операции.

Abstract. This article is devoted to the issues of housing and maintenance support for units of the National Guard troops when performing tasks in the area of a special military operation.

Ключевые слова: войска национальной гвардии, квартирно-эксплуатационное обеспечение, места размещения, заглубленные сооружения, средства отопления, противопожарная охрана.

Keywords: national Guard troops, housing and maintenance, accommodation facilities, buried structures, heating facilities, fire protection.

Войска национальной гвардии Российской Федерации выполняют свои задачи в соответствии с требованиями федерального закона «О войсках национальной гвардии Российской Федерации» [1], в том числе в районе проведения специальной военной операции.

Качество выполнения воинскими частями (подразделениями, организациями) войск национальной гвардии Российской Федерации боевых (специальных) задач в значительной мере зависит от организации тылового обеспечения воинских частей (подразделений, организаций), одним из видов которого является квартирно-эксплуатационное обеспечение.

Основными задачами квартирно-эксплуатационного обеспечения подразделений в районе проведения специальной военной операции являются:

создание и содержание установленных запасов материальных средств квартирно-эксплуатационной службы и топлива;

оборудование мест размещения личного состава и объектов обеспечения жизнедеятельности войск;

создание необходимых условий жизни и быта в пунктах временной дислокации, в местах размещения подразделений и местах несения службы;

организация противопожарной охраны в местах размещения подразделений и местах несения службы;

организация взаимодействий с органами власти новых регионов Российской Федерации и военно-гражданскими администрациями по вопросам расквартирования подразделений и обеспечения коммунальными услугами.

Опыт квартирно-эксплуатационного обеспечения (КЭО) подразделений в районах выполнения боевых (специальных) задач в районе специальной военной операции свидетельствует о том, что квартирно-эксплуатационное обеспечение войск в условиях ведения боевых действий имеет множество проблемных вопросов. Причинами возникновения проблемных вопросов, в первую очередь являются специфические факторы [2], влияющие на квартирно-эксплуатационное обеспечение, к которым можно отнести:

близость районов размещения подразделений к линии боевого соприкосновения и вероятность воздействия противника на пункты временной дислокации;

практическое отсутствие инженерных сетей и коммуникаций, обеспечивающих поставку топливно-энергетических ресурсов и коммунальных услуг;

отсутствие в районах размещения подразделений местной промышленной экономической базы и возможности пополнения запасов материальных средств из местных ресурсов;

отсутствие в пунктах временной дислокации (ПВД) достаточного количества штатных и нештатных сил и средств квартирно-эксплуатационной службы, необходимых для выполнения задач КЭО;

большое количество пунктов временной дислокации, мест размещения подразделений и мест несения службы;

большое удаление ПВД подразделений от объединенных складов отдела хранения ЦМТО Росгвардии;

низкая эффективность применения автомобильного транспорта для перевозки строительных материалов при фактической невозможности использования железнодорожного транспорта для этих целей.

Выполнение задач квартирно-эксплуатационного обеспечения подразделений можно условно разделить на три этапа:

первый этап – подготовка к размещению в районах выполнения боевых (специальных) задач с оборудованием мест размещения и несения боевой службы в объеме минимальной достаточности;

второй этап – оборудование и обеспечение автономного функционирования в квартирно-эксплуатационном отношении всех

объектов обеспечения жизнедеятельности подразделений;

третий этап – совершенствование в квартирно-эксплуатационном отношении всех объектов жизнедеятельности подразделений, создание запасов материальных средств, необходимых для оборудования мест размещения подразделений в освобождаемых районах.

Вероятность воздействия противника на пункты временной дислокации войск, места размещения подразделений и места несения службы, в том числе с применением дальнобойного и высокоточного оружия определяет зависимость последовательности оборудования мест размещения подразделений от удаления пунктов временной дислокации (мест размещения) от линии боевого соприкосновения.

Места размещения подразделений, оборудуемых в тыловых зонах, как правило, оборудуются в зданиях и сооружениях, выделяемых военно-гражданской администрацией населенных пунктов. Это обусловлено значительным удалением тыловых зон от линии боевого соприкосновения, а также наличием зданий и сооружений, пригодных для размещения личного состава и оборудования объектов жизнедеятельности войск. При отсутствии таких зданий и сооружений места размещения подразделений могут оборудоваться различными способами с использованием имеющихся ресурсов, например, с использованием жилых контейнеров и вагончиков, а также путем строительства подземных и заглубленных сооружений.

При использовании любого способа оборудование ведется с соблюдением обязательного требования по обеспечению скрытности размещения подразделений.



Рисунок 1 – Оборудование мест несения службы

Оборудование мест размещения личного состава и мест несения службы может осуществляться:

штатными силами и средствами инженерной службы (рис.2.);

с привлечением сил и средств ремонтно-строительных организаций,

имеющих на своем обеспечении землеройную технику;

силами личного состава тех подразделений, в чьих интересах планируется оборудовать места размещения и несения службы (рис.3.).



Рисунок 2 – Строительство и оборудование мест несения службы

Оборудование заглубленных сооружений для размещения подразделений и несения службы (рис.3.), силами личного состава подразделений может быть выполнено при наличии трех условий:

наличие достаточного количества необходимых строительных материалов;

наличие квалифицированных специалистов, обладающих необходимыми компетенциями;

наличие резерва времени, обеспечивающего оборудование объектов в установленные сроки.

Отсутствие хотя бы одного из перечисленных условий минимизирует вероятность выполнения необходимых работ в установленные сроки и с требуемым качеством.

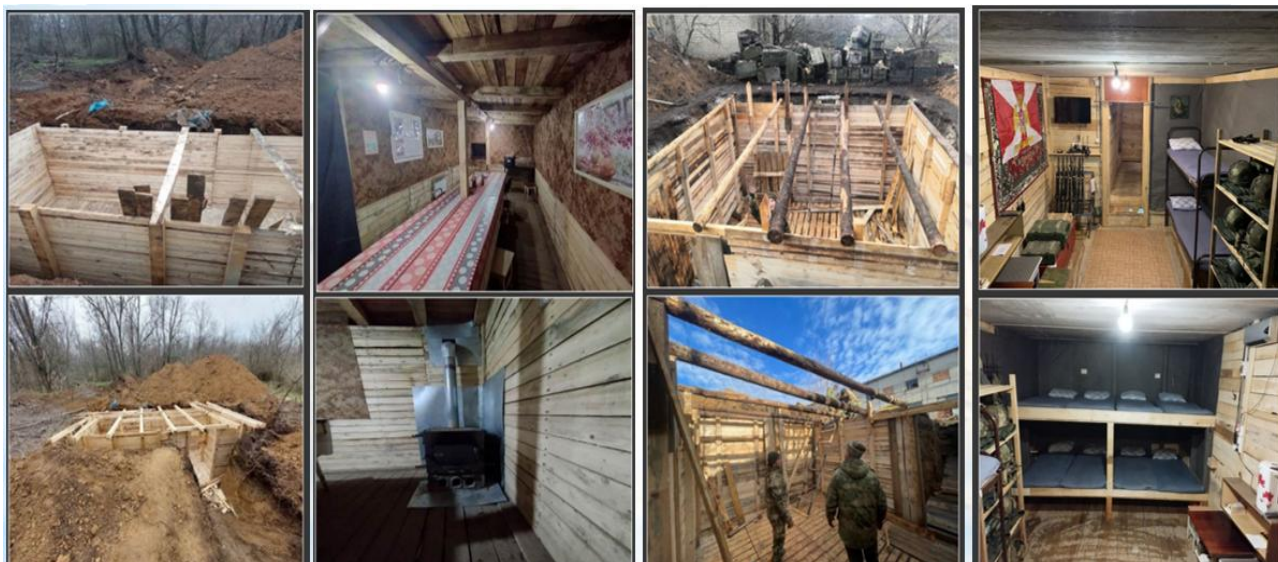


Рисунок 3 – Оборудование заглубленных сооружений для размещения личного состава подразделений

Совершенствование и обеспечение функционирования в квартирно-эксплуатационном отношении всех объектов жизнедеятельности подразделений, осуществляется силами личного состава подразделений с использованием всего спектра имеющихся и поступающих из различных источников ресурсов (строительных материалов и оборудования) [3].

Объемы мероприятий по совершенствованию оборудования мест размещения подразделений и несения службы (рис.4.) определяются необходимостью повышения качества условий жизни и быта личного состава, а также автономности выполнения задач в квартирно-эксплуатационном отношении.

К мероприятиям совершенствования оборудования мест размещения личного состава относятся:

оборудование запасных эвакуационных выходов из блиндажей и подземных (заглубленных) мест размещения личного состава;

проведение мероприятий по утеплению мест размещения личного состава, обеспечение закрытия теплового контура помещений;

оборудование автономной системы освещения;

оборудование топливных складов, обеспечивающих содержание установленного запаса дров топливных с одновременной их просушкой;

оборудование мест просушки обмундирования и обуви.



Рисунок 4 – Совершенствование оборудования мест размещения

Создание необходимых условий жизни и быта личного состава в условиях размещения в районе проведения специальной военной операции возможно только при условии обеспечения температурного режима, что достигается использованием различных средств обогрева (рис. 5).

В районе проведения специальной военной операции для обогрева мест

размещения личного состава используются различные средства:

печи отопительные;
дизельные тепловые пушки и обогреватели;
электрические обогреватели и конвекторы;
стационарные отопительные системы.



Рисунок 5 – Совершенствование оборудования мест размещения

Важное значение при организации квартирно-эксплуатационного обеспечения подразделений в районе проведения специальной операции имеет организация противопожарной охраны.

Противопожарная охрана подразделений в пунктах временной дислокации организуется в соответствии с требованиями нормативных правовых актов Росгвардии, но применительно к условиям

размещения подразделений в пунктах временной дислокации.

Основными мероприятиями противопожарной охраны в районах выполнения боевых (специальных) задач являются:

создание установленных запасов материальных средств, обеспечивающих

выполнение противопожарных мероприятий;

оборудование в местах размещения подразделений пожарных постов, обеспеченных укомплектованными пожарными щитами;

организация взаимодействия с подразделениями государственной противопожарной службы.



Рисунок 6 – Совершенствование оборудования мест размещения

Таким образом можно сделать вывод о том, что, при выполнении боевых (специальных) задач в районе проведения специальной военной операции квартирно-эксплуатационное обеспечение подразделений играет важную роль в

тыловом обеспечении выполнения боевых (специальных) задач и требует от должностных лиц тыла особого внимания к выполнению мероприятий, обеспечивающих создание необходимых условий жизни и быта личного состава.

Список литературы:

1. Российская Федерация. Законы. О войсках национальной гвардии Российской Федерации : Федеральный закон № 226-ФЗ : [принят Государственной думой 22 июня 2016 года : одобрен Советом Федерации 29 июня 2016 года]. – Москва : 2016. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/40960> (дата обращения 10.10.2024). – Текст : электронный.

2. Синькевич Ю.О. Анализ влияния факторов на эффективность тылового обеспечения воинских частей специального назначения. / Ю.О. Синькевич, Д.В. Камынин. – Текст: непосредственный // Вестник военной академии материально-технического обеспечения № 1(41). – Санкт-Петербург: ВА МТО, 2025, С. 54-60. EDN: XJOMHW.

3. Синькевич, Ю.О. Перспективные направления совершенствования материального обеспечения по службам тыла в современных условиях, Синькевич Ю.О., Бондарь М.С. – Текст : непосредственный. // Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы материально-технического обеспечения Росгвардии в современных условиях и пути их решения». – Пермь : ПВИ ВНГ РФ, 2022. – 311 с. : С.43-46. EDN: HGCMLP.

Модернизация физико-математического описания процесса топливоподачи дизеля с учётом фазирования впрыска**Modernization of the physico-mathematical description of the diesel fuel supply process, taking into account injection phasing**

Аннотация. Представлена физико-математическая модель топливоподачи дизеля с учётом угла опережения впрыскивания. Установлено влияние фазирования впрыска на параметры газовой среды, характеристики топливной струи и эффективный КПД двигателя. Показано существование оптимального угла впрыскивания, обеспечивающего наиболее эффективное протекание процессов смесеобразования и сгорания.

Abstract. A physicomathematical model of diesel fuel injection accounting for injection timing advance is presented. The influence of injection phasing on gas environment parameters, fuel spray characteristics, and effective engine efficiency has been established. The existence of an optimal injection angle ensuring the most efficient mixture formation and combustion processes is demonstrated.

Ключевые слова: дизельный двигатель; топливоподача; угол опережения впрыскивания; математическая модель; смесеобразование; тепловыделение; КПД.

Keywords: diesel engine; fuel injection; injection timing advance; mathematical model; mixture formation; heat release; efficiency.

Введение

Физико-математическое моделирование традиционно рассматривается как один из наиболее эффективных методов исследования сложных технических систем. Его применение позволяет заменить реальный объект совокупностью математических зависимостей, отражающих наиболее существенные свойства исследуемого процесса. Такой подход особенно востребован при анализе рабочих процессов дизельных двигателей, где взаимодействуют гидродинамические, термодинамические и химические явления. [2, 3, 6].

Рабочий цикл дизеля формируется в условиях ограниченного объёма камеры сгорания и определяется взаимосвязанным протеканием процессов подачи топлива, распыливания, испарения, смесеобразования и сгорания. Существенное влияние на эффективность

указанных процессов оказывает организация впрыска топлива. Именно параметры топливоподачи определяют распределение топлива в объёме цилиндра, интенсивность образования рабочей смеси и характер тепловыделения [4,10].

Одним из важнейших параметров системы впрыска является угол опережения впрыскивания топлива. Он задаёт момент начала подачи топлива относительно положения поршня и тем самым определяет условия, при которых протекают воспламенение и сгорание. Смещение угла впрыска в сторону ранней или поздней подачи топлива приводит к перераспределению фаз тепловыделения, изменению давления и температуры в цилиндре, а также к трансформации структуры топливной струи.

Результаты современных исследований показывают, что даже незначительное отклонение угла опережения впрыска от оптимального значения способно вызвать

ухудшение топливной экономичности, рост термических нагрузок и увеличение динамических воздействий на элементы кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов. При этом влияние данного параметра носит нелинейный характер и определяется совокупностью большого числа взаимосвязанных факторов [11].

Существующие модели процессов топливоподачи преимущественно ориентированы либо на описание гидродинамики истечения топлива, либо на упрощённое моделирование сгорания. Подобный подход ограничивает возможность комплексной оценки влияния фазирования впрыска на показатели рабочего процесса. В связи с этим в современных исследованиях всё большее внимание уделяется интеграции моделей впрыскивания, смесеобразования и сгорания в единую расчётную систему [9].

Анализ научных публикаций, показывает устойчивую тенденцию к интеграции моделей впрыскивания и сгорания в единую расчётную схему, позволяющую учитывать взаимное влияние процессов [5, 7, 8].

Особую значимость приобретает учёт взаимодействия топливной струи с газовой средой цилиндра. Изменение давления, температуры и плотности воздуха непосредственно влияет на структуру распыла, глубину проникновения струи и длительность задержки воспламенения. Следовательно, совершенствование моделей топливоподачи должно обеспечивать:

- физическую интерпретируемость процессов;
- учёт изменения параметров среды в цилиндре;
- возможность количественной оценки влияния угла впрыскивания на энергетические показатели.

Целью исследования является развитие физико-математической модели процесса топливоподачи дизельного двигателя с

учётом изменения угла опережения впрыскивания топлива, обеспечивающей установление количественных зависимостей между параметрами впрыска и эффективными характеристиками двигателя.

Основная часть

Процесс топливоподачи в дизеле рассматривается как совокупность взаимосвязанных физических явлений: истечение топлива через распыливающие отверстия форсунки, формирование и развитие топливной струи, её распыливание, испарение и последующее смесеобразование в объёме камеры сгорания.

В основу исследования положен комплексный подход, предусматривающий совместный анализ гидродинамических, термодинамических и кинематических процессов, протекающих в цилиндре двигателя. Массовый расход топлива через отверстие форсунки определяется перепадом давления между топливной системой и цилиндром двигателя. Известно, что давление в цилиндре является функцией угла поворота коленчатого вала, что обуславливает зависимость параметров впрыска от угла опережения впрыскивания. Увеличение угла опережения впрыскивания приводит к снижению этого давления в момент начала подачи топлива, что вызывает рост скорости истечения и увеличение длины проникновения топливной струи. Движение топливной струи в камере сгорания рассматривается как процесс проникновения высокоскоростной двухфазной струи в газовую среду с переменными параметрами. Основными характеристиками струи являются длина проникновения, угол раскрытия факела и структура распыла.

При уменьшении плотности воздуха, характерном для раннего впрыска, увеличивается длина струи, что повышает вероятность взаимодействия топлива со стенками камеры сгорания и ухудшает равномерность распределения топлива.

Процесс распыливания топлива определяется соотношением инерционных, вязкостных и поверхностных сил. Дисперсность топлива оказывает решающее влияние на скорость испарения и качество смесеобразования. При позднем впрыске, когда давление и температура воздуха выше, усиливается турбулентное разрушение струи, уменьшается размер капель и ускоряется испарение топлива. В условиях раннего впрыска наблюдается обратная картина, что приводит к ухудшению условий смесеобразования. Угол опережения впрыскивания определяет момент начала подачи топлива относительно положения поршня и, следовательно, условия протекания всех последующих процессов.

Изменение угла опережения впрыскивания приводит:

- к изменению давления и температуры в цилиндре;
- к трансформации плотности воздуха;
- к преобразованию структуры

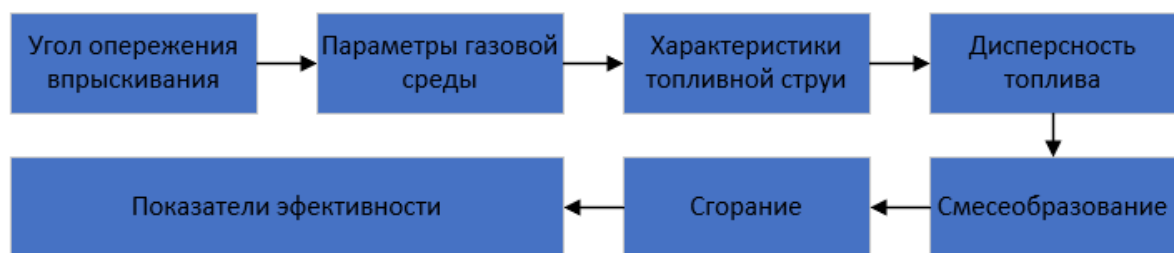


Рисунок 1. Обобщённая физическая модель процесса топливоподачи и формирования показателей эффективности дизеля

Массовый расход топлива через распыливающие отверстия форсунки определяется уравнением истечения жидкости через отверстие, полученным из уравнения Бернулли с учётом коэффициента расхода [1]:

$$G_f = C_d A \sqrt{2 \rho_f (p_{inj} - p_c(\varphi))}, \quad (1)$$

где G_f – массовый расход топлива, кг/с;

C_d – коэффициент расхода;

A – суммарная площадь отверстий форсунки, м²;

параметров топливной струи;

– к вариации длительности задержки воспламенения.

Таким образом, угол опережения впрыскивания является управляющим параметром, определяющим характер протекания рабочего процесса дизеля. На основании проведённого анализа сформирована обобщённая физическая модель, которая отражена на рисунке 1. Модель отражает последовательность и взаимосвязь процессов, происходящих в дизеле при его работе.

Рассматриваемая модель составит основу для дальнейшего математического описания процесса топливоподачи и оценки влияния параметров впрыскивания на характеристики дизеля.

Математическое описание процесса топливоподачи основано на совместном рассмотрении уравнений гидродинамики впрыскивания, термодинамики сжатия и моделей сгорания.

ρ_f – плотность топлива, кг/м³;

p_{inj} – давление впрыскивания топлива перед форсункой, Па;

$p_c(\varphi)$ – давление в цилиндре в зависимости от угла поворота коленчатого вала, Па;

Давление и температура воздуха в цилиндре определяются на основе политропного процесса сжатия:

$$P_c(\varphi) = p_0 \left(\frac{v_0}{v(\varphi)} \right)^n, \quad (2)$$

$$T_c(\varphi) = T_0 \left(\frac{V_0}{V(\varphi)} \right)^{n-1}, \quad (3)$$

где $V(\varphi)$ – текущий объём цилиндра, м³;

V_0 – начальный объём цилиндра, м³;

p_0 и T_0 – начальное давление и температура, Па и К;

n – показатель политропы

Объём цилиндра определяется геометрией кривошипно-шатунного механизма:

$$V_\varphi = V_c + \frac{\pi D^2}{4} \left[R(1 - \cos \varphi) + \frac{R^2}{L} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{L}{R} \sin \varphi \right)^2} \right) \right], \quad (4)$$

где V_c – объём камеры сгорания (минимальный объём), м³;

D – диаметр цилиндра, м;

R – радиус кривошипа (половина хода поршня), м;

L – длина шатуна, м;

φ – угол поворота коленчатого вала, град.

Параметры топливной струи определяются термодинамическими условиями в цилиндре, которые, в свою очередь, зависят от угла поворота коленчатого вала. Таким образом, длина проникновения струи топлива является функцией угла опережения впрыскивания через зависимость давления и плотности газовой среды [1]

$$S(t, \varphi) = K \sqrt{\frac{p_{inj} - p_c(\varphi)}{\rho_a(\varphi)}} t, \quad (5)$$

где t – время с момента начала впрыска, с;

K – эмпирический коэффициент (зависит от конструкции форсунки и условий впрыска);

Плотность воздуха определяется с использованием отношения:

$$\rho_a(\varphi) = \frac{p_c(\varphi)}{RT_c(\varphi)}, \quad (6)$$

где R – газовая постоянная

Задержка воспламенения описывается зависимостью:

$$\tau_{ing} = A p_c^{-m} \exp \left(\frac{E_a}{RT_c} \right) \quad (7)$$

где A – эмпирический коэффициент;

m – показатель влияния давления;

E – энергия активации, Дж/моль.

Положение начала сгорания определяется выражением:

$$\varphi_0 = \varphi_{вп} + \omega \tau_{ing} \quad (8)$$

где ω – угловая скорость коленчатого вала.

Закон тепловыделения описывает уравнение Вибе. Это уравнение позволяет определить долю сгоревшего топлива в зависимости от угла поворота коленчатого вала [3]:

$$x = 1 - \exp \left(-a \left(\frac{\varphi - \varphi_0}{\Delta \varphi} \right)^m \right), \quad (9)$$

где $\Delta \varphi$ – продолжительность сгорания (в градусах)

a – коэффициент полноты сгорания

m – параметр формы кривой тепловыделения

Давление в цилиндре определяется как функция угла поворота и доли сгоревшего топлива:

$$p(\varphi) = f(x(\varphi), V(\varphi)), \quad (10)$$

Индикаторная работа определяется интегрированием:

$$W_i = \oint p dV. \quad (11)$$

В то же время эффективный КПД не сложно установить, зная количество подведённой теплоты:

$$\eta_e = \frac{W_i}{Q_{in}}, \quad (12)$$

где Q_{in} – подведённая теплота, Дж

В результате получена система взаимосвязанных уравнений, позволяющая определить эффективный КПД:

$$\eta_e = f(\varphi_{\text{вп}}), \quad (13)$$

где $(\varphi_{\text{вп}})$ – угол опережения впрыска топлива, (град.)

Он может быть выражен с использованием таких параметров как:

- давления и температуры в цилиндре;
- характеристик топливной струи;
- закона тепловыделения.

Представленная усовершенствованная физико - математическая модель отличается тем, что учитывает влияние угла опережения впрыскивания топлива на параметры газовой среды в цилиндре и характеристики топливной струи. Это позволяет установить количественную связь между параметрами топливоподачи и эффективными показателями дизеля.

Численная реализация описанной физико-математической модели выполнена для оценки влияния угла опережения впрыскивания топлива на эффективные показатели работы дизеля. Расчёт проводился в диапазоне изменения угла опережения впрыскивания $\varphi_{\text{вп}} = 5^\circ \dots 25^\circ$ до верхней мёртвой точки при условии постоянства давления впрыскивания и неизменных конструктивных параметров двигателя.

В результате расчёта установлено, что изменение угла опережения впрыскивания топлива приводит к существенному изменению термодинамических параметров в цилиндре в момент начала подачи топлива.

При увеличении угла опережения впрыскивания топлива:

- давление и температура в цилиндре снижаются;
- возрастает перепад давления на форсунке;
- увеличивается скорость истечения топлива и длина проникновения струи.

При уменьшении угла:

- впрыск происходит при более высоких значениях давления и температуры;

- улучшается дисперсность топлива;
- сокращается задержка воспламенения.

Результаты расчёта, представленные на рисунке 2, показывают, что зависимость эффективного КПД от угла опережения впрыскивания носит экстремальный характер.

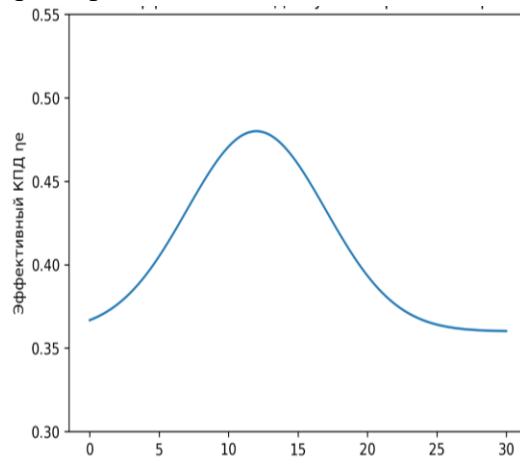


Рис. 2. Зависимость эффективного КПД от угла опережения впрыскивания
Характер зависимости:

- в области малых значений $\varphi_{\text{вп}}$ наблюдается снижение эффективности вследствие запаздывания процесса сгорания;
- при увеличении угла впрыскивания эффективность возрастает;
- при дальнейшем увеличении угла происходит её снижение вследствие преждевременного тепловыделения.

Таким образом, при проведении числовых расчётов с использованием усовершенствованной физико – математической модели, установлено, что существует оптимальное значение угла опережения впрыскивания топлива, при котором достигается максимальный эффективный КПД работы двигателя.

Физическая интерпретация результатов

Полученные результаты объясняются согласованием трёх ключевых процессов:

1. Проникновение топливной струи определяет распределение топлива в объёме камеры сгорания.

2. Смесеобразование и испарение определяют готовность смеси к воспламенению.

3. Фазирование тепловыделения определяет эффективность преобразования энергии.

Оптимальный угол впрыскивания топлива обеспечивает согласование указанных процессов во времени и пространстве.

Практическое значение результатов

Полученные зависимости могут быть использованы:

– при выборе параметров впрыскивания на стадии проектирования;

– при настройке электронных систем управления двигателем;

– при модернизации дизелей.

Выводы

1. Усовершенствована физико-математическая модель процесса топливоподачи дизельного двигателя, учитывающая влияние угла опережения впрыскивания на параметры газовой среды и характеристики топливной струи.

2. Установлено, что изменение угла впрыскивания приводит к системному изменению давления, температуры и

плотности воздуха в цилиндре, что определяет условия распыливания и смесеобразования.

3. Показано, что увеличение угла опережения впрыскивания способствует росту длины проникновения струи и увеличению задержки воспламенения, особенно в условиях низких температур.

4. Выявлено, что зависимость эффективного КПД работы двигателя от угла впрыскивания носит экстремальный характер и определяется положением максимума тепловыделения относительно верхней мёртвой точки.

5. Обосновано, что оптимальный угол впрыскивания топлива должен адаптироваться к режимам эксплуатации, что особенно важно для дизелей военной автомобильной техники.

6. Установлено, что предложенная модель позволяет учитывать эксплуатационные особенности военной техники, включая переменные нагрузки и климатические условия.

7. Показано, что применение модели в системах управления позволяет повысить топливную экономичность и надёжность работы двигателя.

Список литературы:

1. Астахов, И.В. Подача и распыливание топлива в дизелях /И.В. Астахов, В.И. Трусов, А.С. Хачиян и др.-М.: Машиностроение, 1971.-359 с/
2. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.]. – Москва : Логос, 2020. – 280 с.
3. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2026. – 319 с. – (Высшее образование).
4. Ведрученко, В. Р. Неравномерность рабочего процесса и процессов топливоподачи как диагностических параметров дизелей, работающих на разных сортах топлива / В. Р. Ведрученко, В. В. Крайнов // Известия Транссиба : науч.-практ. журн. / Омский гос. унт путей сообщения. – Омск, 2014. – № 1 (17). – С. 42–50
5. Вырубов, Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей / Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др., под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова / - М: Машиностроение, 1983. – 372 с.
6. Галанин, М. П. Математическое моделирование: теория и применение: учебное пособие / М. П. Галанин, Н. А. Тихонов, М. Г. Токмачев. – Москва : URSS, 2022. – 352 с.
7. Кавтарадзе Р.З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 520 с.

8. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей: учебник для вузов. 2-е изд. испр. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 720 с.
9. Кулешов, А. С. Математическое моделирование и компьютерная оптимизация топливоподачи и рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания / А. С. Кулешов, Л. В. Грехов. - Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)", 2000. - 64 с.
10. Кухарёнок, Г. М. Совершенствование рабочего процесса дизельных двигателей / Г. М. Кухарёнок, В. И. Березун // Изобретатель. – 2020. – № 1. – С. 28–33.
11. Полухин, Е. Е. Улучшение эксплуатационно-технических показателей транспортного дизеля путём совершенствования системы регулирования угла опережения впрыскивания топлива : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.02 / Полухин Евгений Евгеньевич; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. – Москва, 2008. – 152 с.

Комплексная оценка технического состояния напорных фильтровальных установок и мембранных элементов систем водоподготовки специальных подземных сооружений без демонтажа оборудования

Comprehensive Assessment of the Technical Condition of Pressure Filtration Units and Membrane Elements in Water Treatment Systems of Special Underground Structures Without Equipment Dismantling

Аннотация. Рассмотрена проблема скрытой деградации водоочистного оборудования в системах водоподготовки защищённых пунктов управления. Предложена трёхкомпонентная методика бездемонтажной диагностики: дифференциальный манометрический метод оценки гидравлической проводимости зернистой загрузки, анализ нормализованного удельного потока и коэффициента задержания мембранных элементов, трассерные испытания для выявления каналообразования. Апробация на шести действующих объектах подтвердила опережение штатных средств контроля на 26 ± 3 суток.

Abstract. The problem of hidden degradation of water treatment equipment in water supply systems of protected command posts is considered. A three-component non-disassembly diagnostic method is proposed: differential pressure method, normalized flux and rejection coefficient analysis, and tracer tests for channeling detection. Approbation on six operating facilities confirmed detection 26 ± 3 days earlier than standard monitoring.

Ключевые слова: водоподготовка, напорный фильтр, обратный осмос, бездемонтажная диагностика, гидравлическая проводимость, нормализованный удельный поток, трассерные испытания, остаточный ресурс, подземное сооружение.

Keywords: water treatment, pressure filter, reverse osmosis, non-disassembly diagnostics, hydraulic conductance, normalized flux, tracer test, residual life, underground structure.

Введение

Системы водоподготовки специальных подземных сооружений (далее - ПС) защищённых пунктов управления работают в условиях непрерывного технологического цикла без возможности плановых остановов, ограниченного доступа персонала и жёстких массогабаритных ограничений [1, 2]. Нормативные требования к качеству питьевой воды закреплены в СанПиН 1.2.3685-21, включая расширенный перечень химических, микробиологических и радиологических показателей [3, 14-22]. Надёжность водообеспечения напрямую определяет боеспособность объекта: отказ водоочистного оборудования в автономном

режиме приводит к санитарным потерям уже через 3–5 суток.

Штатные средства контроля - датчики давления, расходомеры и кондуктометры - фиксируют лишь интегральные параметры всей технологической линии. Скрытое заиливание нижних слоёв зернистой загрузки, начальная деградация мембранных элементов и каналообразование остаются невидимыми вплоть до аварийного ухудшения качества воды. Анализ эксплуатационной документации показывает: до 42 % обратных промывок напорных фильтров на объектах рассматриваемого класса выполняются с задержкой, когда снижение качества фильтрата уже достигает критических

значений [4]. Методы нормализованного перепада давления обнаруживают деградацию мембран за 7–12 суток до отказа [5] - при ограниченной логистике ПС этого времени недостаточно для плановой организации ремонтного воздействия.

Традиционные регламентные методики - визуальный осмотр вскрытых корпусов, ситовой анализ загрузки, мембранная аутопсия - требуют полной остановки технологического процесса и демонтажа оборудования [6]. Методы акустической эмиссии и ядерно-магнитного резонанса не адаптированы к промышленным аппаратам в стеснённых условиях подземных выработок [7, 8]. Цель работы - разработка и экспериментальная апробация комплексной методики бездемонтажной диагностики напорных фильтровальных установок и обратноосмотических мембранных элементов, обеспечивающей обнаружение предотказного состояния не менее чем за 20 суток до срабатывания штатной предупредительной сигнализации. Научная новизна состоит в объединении трёх физически независимых диагностических методов в единую процедуру с количественными порогами, ориентированными на специфику режимов боевой эксплуатации ПС.

Кольматация напорных фильтров при суточном коэффициенте неравномерности более 2,5, характерном для ПС, протекает неравномерно по высоте загрузки. Взвешенные вещества накапливаются в нижних слоях, где скорость фильтрования понижена, а скорость промывочного восходящего потока - 12–15 л/(с·м²) -

недостаточна для их выноса. Характерная глубина зоны необратимого заилиenia составляет 15–25 % от высоты загрузки [9] при снижении гидравлической проводимости слоя на 30–40 %. При этом суммарный перепад давления на корпусе остаётся в допустимом диапазоне: возросшая скорость фильтрования в незаиленных верхних слоях компенсирует рост общего сопротивления. Именно это обуславливает невидимость данного дефекта для штатных манометров. По мере развития кольматажа зона заилиenia распространяется снизу вверх, и к моменту срабатывания штатной сигнализации слой загрузки поражён более чем наполовину - обратная промывка в этом случае уже неэффективна.

Деградация обратноосмотических мембран развивается по трём независимым механизмам с различными диагностическими «подписями» в динамике нормализованного удельного потока (НУП) и коэффициента задержания R. Обратимый кольматж: снижение НУП при стабильном R (99,0–99,5 %), устраняется щелочной промывкой. Необратимое загрязнение: одновременное снижение НУП и R с ускоряющейся кинетикой; после промывки НУП восстанавливается лишь до 80–85 % базового уровня. Механическое повреждение уплотнений: резкое снижение R (до 95–97 %) за 1–2 суток при стабильном НУП [10]. Знание механизма определяет корректное восстановительное воздействие. На рисунке 1 показаны характерные траектории деградации в пространстве «НУП - R» для всех трёх случаев.

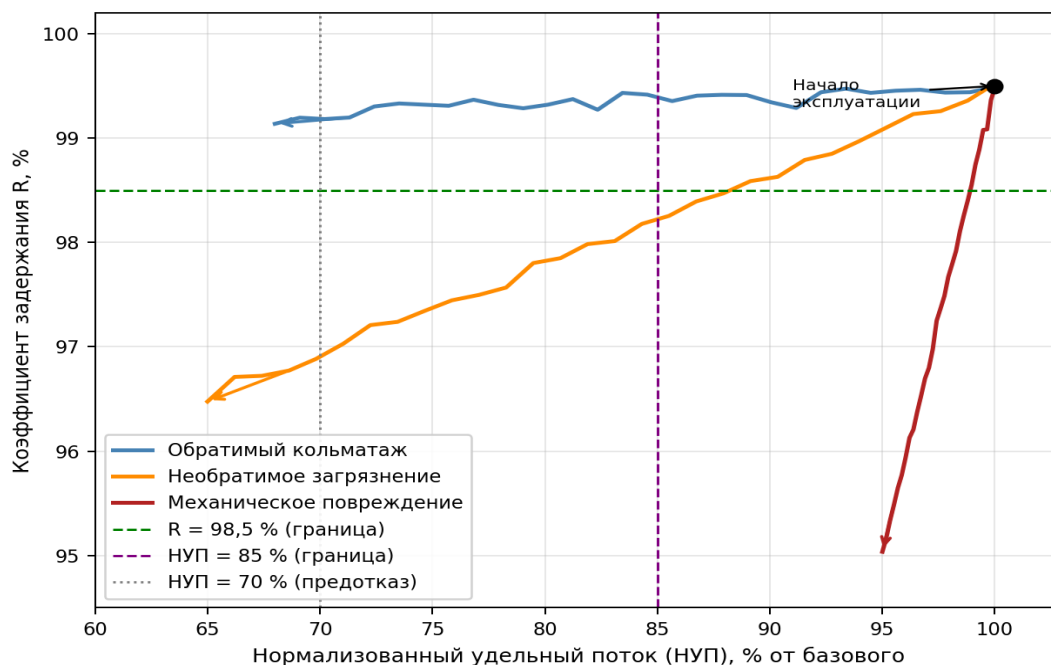


Рисунок 1 - Траектории деградации мембранных элементов: обратимый кольматаж (синяя), необратимое загрязнение (оранжевая), механическое повреждение уплотнений (красная)

Специфика ПС дополнительно ускоряет деградацию по трём причинам. Во-первых, лимитированный объём промывочной воды при ограниченном дебите источника не позволяет увеличивать интенсивность регенерации загрузки по потребности. Во-вторых, знакопеременные гидравлические удары при пусках насосных агрегатов без плавного пуска ускоряют износ торцевых уплотнений мембранных элементов. В-третьих, длительные периоды без водоразбора в дежурном режиме ускоряют биоплёнокообразование как на мембранных поверхностях, так и в трубопроводах обвязки [11].

Прецизионные датчики дифференциального давления (класс точности 0,5) устанавливаются на штатные пробоотборные штуцера корпуса фильтра без демонтажа. При стабилизации расхода на уровне $Q_0 \pm 2\%$ в течение 5 минут вычисляется гидравлическая проводимость слоя загрузки:

$$K = Q_0 \cdot \mu(T) / (\Delta P \cdot A), \quad (1)$$

где $\mu(T)$ - динамическая вязкость воды с температурной поправкой $\mu(T) = 1,002 \cdot \exp[-0,0246(T-20)]$; ΔP - перепад давления непосредственно на загрузке, за вычетом

потерь в арматуре и дренажной системе, определённых при начальной калибровке; A - площадь фильтрования. Принципиальное отличие от штатного контроля: потери в подводящих коллекторах составляют 15–20 % суммарного перепада и варьируются от объекта к объекту. Показатель K/K_0 характеризует исключительно состояние загрузки и воспроизводим при любой конфигурации обвязки корпуса, что позволяет сравнивать результаты между разными объектами и применять единые пороговые значения (таблица 1). При параллельном включении нескольких корпусов рассчитывается показатель дисбаланса $\delta K = (K_{\max} - K_{\min})/\bar{K} \cdot 100\%$; при $\delta K > 25\%$ назначается поочерёдная промывка, снижающая расход промывочной воды на 30 % при равной эффективности восстановления. Периодичность измерений: один раз в 14 суток при штатной эксплуатации и один раз в трое суток в автономном режиме.

Численное обоснование порога $K/K_0 = 0,65$ получено следующим образом. Уравнение Козени–Кармана связывает гидравлическое сопротивление зернистого слоя с его порозностью и удельной

поверхностью зёрен: при снижении порозности на 12–15 % за счёт накопления осадка проводимость падает на 35–40 %. Одновременно скорость фильтрования в незаилённых зонах возрастает в 1,7–1,9 раза относительно номинальной, что при

исходной мутности 3,0 НМЕ приводит к выходу мутности фильтрата за норматив 2,6 НМЕ. Экспериментальная проверка на четырёх установках подтвердила выход за норматив при K/K_0 в диапазоне 0,62–0,68 во всех опытах без исключения.

Таблица 1.

Пороговые значения относительной гидравлической проводимости загрузки

Состояние	K/K_0	Рекомендация
Норма	$\geq 0,80$	Плановое обслуживание по регламенту
Деградация	0,65–0,80	Внеочередная обратная промывка
Предотказ	$< 0,65$	Промывка с воздушным разрыхлением; при неэффективности - замена загрузки

Метод основан на данных штатной телеметрии: давление на входе и на концентрате, давление пермеата, расход пермеата, температура и электропроводность воды. Нормализованный удельный поток рассчитывается по формуле:

$$J_{\text{норм}} = J_{\text{раб}} \cdot (TCF_0/TCF) \cdot [(P_{\text{нетто}} - \pi_{\text{исх}})/(P_{\text{нетто}} - \pi_{\text{исх}})], \quad (2)$$

где $J_{\text{раб}} = Q_{\text{перм}}/A_{\text{эфф}}$ - рабочий удельный поток, л/(м²·ч); $TCF = \exp[2640 \cdot (1/298 - 1/(273+T))]$ - температурный коэффициент; $P_{\text{нетто}}$ - нетто-трансмембранное давление; $\pi_{\text{исх}}$ - осмотическое давление исходной воды ($\pi_{\text{исх}} \approx 0,8 \cdot E_{\text{Сисх}}$). Коэффициент задержания: $R = (1 - E_{\text{Сперм}}/E_{\text{Сисх}}) 100 \%$, погрешность $\pm 0,3 \%$ при минерализации 300–2000 мг/л [13]. Совместный анализ $J_{\text{норм}}$ и R по диагностической матрице (таблица 2) позволяет однозначно установить механизм деградации без вскрытия аппарата. Для прогнозирования вводится показатель скорости снижения НУП: dJ/dt (%/сут), рассчитываемый по последним 14 точкам измерений. При $dJ/dt > 0,3 \%$ /сут фиксируется начало активной

фазы загрязнения, при $dJ/dt > 0,8 \%$ /сут переход в предотказную зону прогнозируется через 15–20 суток. На рисунке 2 показана экспериментальная динамика за 60 суток наблюдений: методика обнаружила предотказное состояние на 38-е сутки, штатная сигнализация сработала на 62-е - упреждение составило 24 суток.

Для практического применения матрицы (таблица 2) важно понимать физику двух граничных квадрантов. При НУП $\geq 85 \%$ и $R < 97 \%$ - немедленно назначается замена мембранного элемента, поскольку такая комбинация однозначно указывает на разрыв полотна или торцевого уплотнения: через дефект проходит необработанная вода, минуя мембрану. Промывка в этом случае неэффективна. При НУП $< 70 \%$ и $R \geq 98,5 \%$ - речь о тяжёлом кольматаже или накипеобразовании без нарушения целостности; кислотная промывка (для карбонатной или сульфатной накипи) или высококонцентрированная щелочная промывка (для органического фаулинга) восстанавливают НУП до 88–92 % базового при своевременном применении.

Таблица 2 - Матрица диагностических состояний мембранных элементов

НУП, %	$R \geq 98,5 \%$	$97 \% \leq R < 98,5 \%$	$R < 97 \%$
$\geq 85 \%$	Норма	Начальное биообрастание	Повреждение уплотнений

НУП, %	$R \geq 98,5 \%$	$97 \% \leq R < 98,5 \%$	$R < 97 \%$
70–85 %	Обратимый кольматаж	Смешанное загрязнение	Критическое состояние
< 70 %	Тяжёлый кольматаж / накипь	Предотказ - хим. промывка	Предотказ - замена элементов

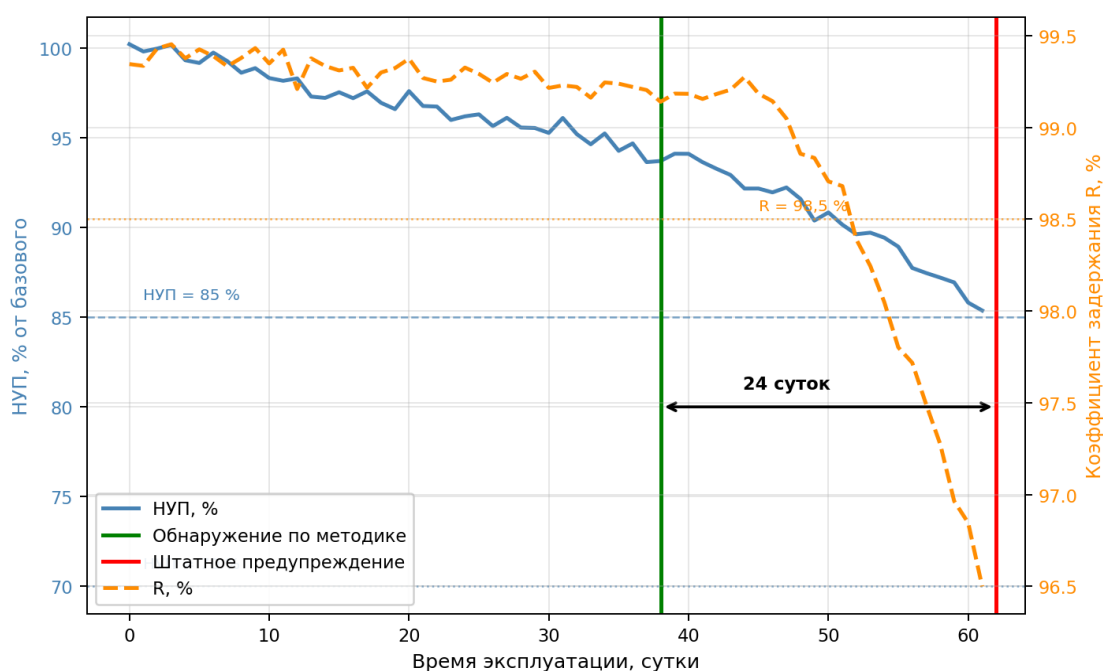


Рисунок 2 - Динамика нормализованного удельного потока (левая ось) и коэффициента задержания R (правая ось) за 60 суток. Вертикальные линии - момент обнаружения по методике и дата штатного предупреждения

Каналообразование - наиболее опасный вид деградации зернистой загрузки, невидимый для интегрального манометрического контроля. Когда часть загрузки уплотняется при кольматаже, в соседних зонах формируются предпочтительные пути фильтрации с пониженным сопротивлением, где скорость воды в 3–5 раз превышает номинальную. Барьерная функция загрузки при этом резко снижается - вплоть до прорыва патогенных микроорганизмов в фильтрат. Снижение сопротивления в каналах компенсирует рост сопротивления в заиленных зонах, поэтому суммарный перепад давления остаётся в допустимом диапазоне.

В качестве трассера используется флуоресцеин натрия (5–10 мг/л, импульс 30 с): химически инертен к кварцевому песку и

антрациту (поглощение < 0,5 %), обнаруживается проточным флуориметром при концентрации 0,01 мг/л. По кривой выхода $C(t)$ рассчитываются дисперсионное число D/uL [12] и коэффициент каналирования $\eta = t_{10}/t_{50}$. Пороговые значения, установленные по 36 испытаниям: норма - $D/uL \leq 0,10$, $\eta \geq 0,60$; предотказ - $D/uL \geq 0,30$, $\eta \leq 0,60$. При каналообразовании ранний пик концентрации появляется вдвое раньше нормального (рисунок 3). При $\eta < 0,60$ назначается промывка с воздушным разрыхлением: расход воздуха 0,5–0,7 л/(с·м²), продолжительность 3–5 минут. Экспериментально подтверждено восстановление η до 0,70–0,80 после данной процедуры.

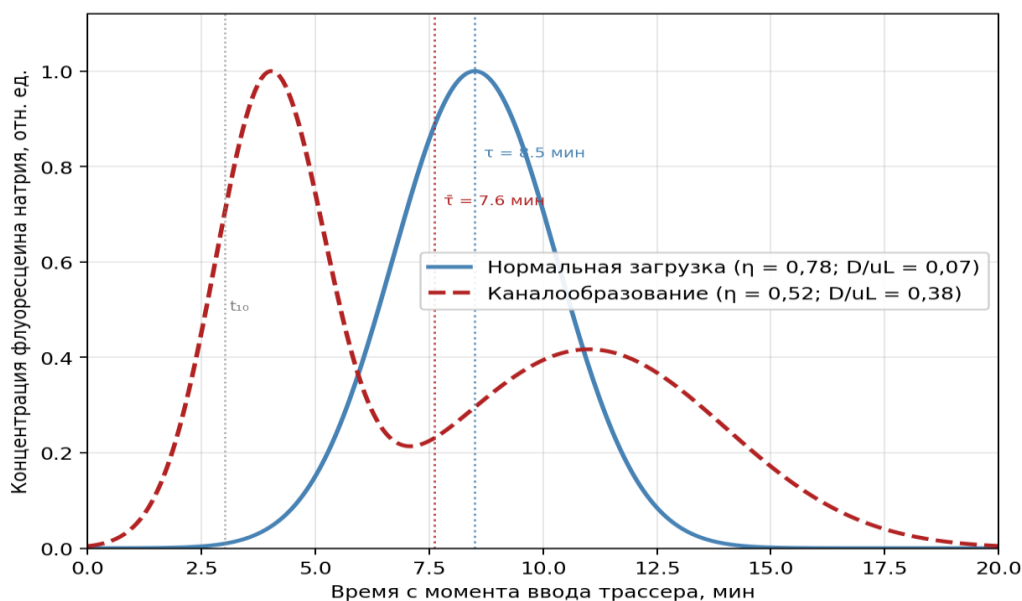


Рисунок 3 - Кривые выхода флуоресцеина для нормальной загрузки (синяя) и загрузки с каналом (красная пунктирная). t_{10} - момент появления 10 % трассера

Три метода имеют непересекающиеся зоны диагностической ответственности. Дифференциальный манометрический метод выявляет равномерное снижение проводимости загрузки, но нечувствителен к каналом (образованию) - снижение сопротивления в каналах компенсирует рост в заиленных зонах. Трассерный метод, напротив, обнаруживает каналом (образованию) при нормальном интегральном перепаде давления. Анализ НУП диагностирует деградацию мембран независимо от состояния фильтров.

Ключевой пример из апробации: на объекте № 3 при $K/K_0 = 0,83$ (зона «норма» по манометрическому критерию) трассерный метод обнаружил $\eta = 0,54$, $D/uL = 0,38$ - зона предостережения по каналом (образованию). Штатный контроль не зафиксировал отклонений. Промывка с

воздушным разрыхлением восстановила $K/K_0 = 0,96$, $\eta = 0,76$. Без трассерной диагностики данный дефект оставался бы незамеченным ещё несколько недель с нарастающим риском микробиологического проскока.

Алгоритм принятия технического решения формализован в матрице (таблица 3). Применяется принцип двойного подтверждения: отклонение признаётся достоверным при независимой фиксации не менее чем двумя методами, что исключает ложноположительные срабатывания от нестационарных режимов и метрологических погрешностей. Дополнительная трудоёмкость - 4 чел·ч на фильтровальную линию каждые 14 суток против 8–12 чел·ч при традиционной ревизии с остановкой процесса.

Таблица 3.

Матрица диагностического решения по результатам трёх методов

Манометр.	Трассерный	НУП	Рекомендуемое воздействие
Норма	Норма	Норма	Плановое обслуживание
Норма	Норма	Откл.	Химическая промывка мембран
Норма	Откл.	Норма	Промывка фильтров с воздушным разрыхлением
Норма	Откл.	Откл.	Хим. промывка мембран + промывка фильтров

Манометр.	Трассерный	НУП	Рекомендуемое воздействие
Откл.	Норма	Норма	Промывка фильтров (повышенное давление)
Откл.	Откл.	Норма	Ревизия фильтровальной линии; двойная промывка
Откл.	Откл.	Откл.	Останов; ревизия и замена дефектных элементов

Апробация проведена на четырёх напорных фильтровальных установках (корпуса диаметром 1000 мм, загрузка - кварцевый песок 0,8–2,0 мм и антрацит 1,5–2,5 мм) и двух обратноосмотических блоках (спиральные элементы 4040/8040 [1]) в составе систем водоподготовки специальных подземных сооружений. Исходная вода - подземный источник: минерализация 450–820 мг/л, мутность 0,5–3,2 НМЕ, перманганатная окисляемость 1,8–3,5 мг О₂/л. Коэффициент суточной неравномерности водоразбора 2,1–2,8. Период наблюдений - 26 недель (январь–июль 2025 г.). Каждое диагностическое измерение выполнялось в двух параллелях; расхождение между повторами для К/К₀ не превысило 0,02, для η - 0,03, что подтверждает достаточную воспроизводимость методики.

На всех четырёх фильтровальных установках предотказное состояние зафиксировано на 22–27 суток раньше штатного предупреждения. На объекте № 3 манометрический контроль показал К/К₀ = 0,83 (зона «норма»), однако трассерный метод одновременно выявил η = 0,54, D/uL = 0,38. Промывка с воздушным разрыхлением восстановила оба параметра до нормы. На одном из мембранных блоков зафиксированы: J_{норм} = 76 %, R = 97,8 %, dJ/dt = 0,9 %/сут. По матрице таблицы 2 диагноз - «смешанное загрязнение». Проведена двухступенчатая химическая

промывка (кислотная + щелочная); после промывки J_{норм} восстановился до 91 %, R - до 99,1 %. Без вмешательства, по расчётному прогнозу, через 31 сутки R достиг бы 96 % с превышением ПДК по хлоридам и сульфатам [3].

Динамика гидравлической проводимости одного из объектов за период наблюдений представлена на рисунке 5. Отчётливо виден момент опережающего обнаружения предотказного состояния по методике и последующее - на 21 сутки позже - срабатывание штатного предупреждения. Данные по всем шести объектам сведены в таблице 4 и на рисунке 4.

Среднее упреждение по фильтровальным установкам составило 25 суток, по мембранным блокам - 29 суток. Более высокое упреждение для мембран объясняется природой прогностического показателя dJ/dt: он является производной НУП по времени и реагирует на начало активной фазы деградации раньше, чем сам НУП достигает порогового значения. За 26 недель наблюдений не зафиксировано ни одного ложноположительного срабатывания при применении принципа двойного подтверждения. В 11 эпизодах одиночное пограничное показание одного из методов не подтверждалось двумя другими - все эпизоды были обусловлены кратковременными нестационарными режимами пуска насосных агрегатов.

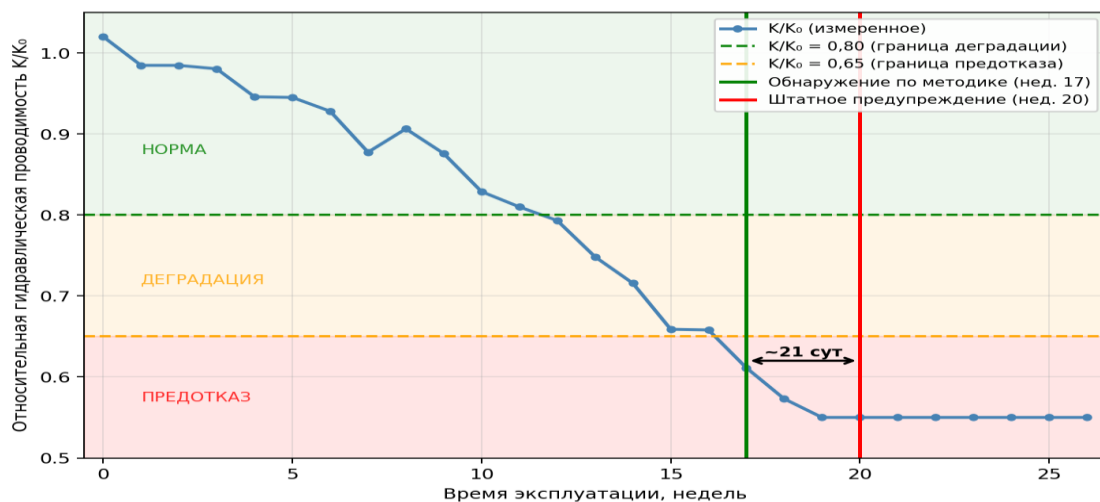


Рисунок 5 - Динамика относительной гидравлической проводимости K/K_0 за 26 недель наблюдений. Цветные зоны: норма (зелёная), деградация (оранжевая), предотказ (красная)

Таблица 4.

Сравнительная чувствительность предложенной методики и штатного контроля

Объект	Обнаружение по методике	Штатное предупреждение	Опережение, сут.
Фильтр 1	18.03.2025	14.04.2025	27
Фильтр 2	22.03.2025	15.04.2025	24
Фильтр 3	05.04.2025	02.05.2025	27
Фильтр 4	11.04.2025	03.05.2025	22
Мембр. блок 1	20.03.2025	20.04.2025	31
Мембр. блок 2	01.04.2025	28.04.2025	27
Среднее	-	-	26 ± 3

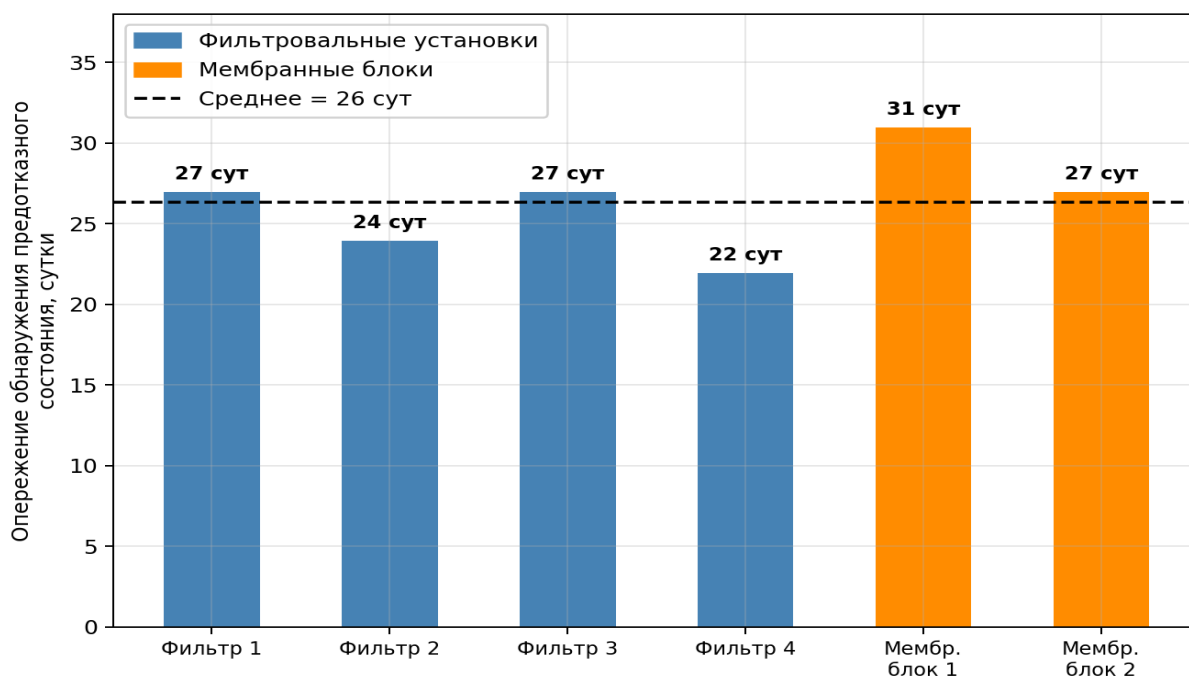


Рисунок 4 - Опережение обнаружения предотказного состояния для каждого объекта (сутки).
Штриховая линия - среднее 26 суток

Достигнутое среднее упреждение в 26 суток превышает показатели метода нормализованного перепада давления (7–12 суток [5]) в 2,2–3,7 раза. Принцип двойного подтверждения оказался ключевым для исключения ложных тревог: в ходе апробации зафиксировано 11 случаев пограничных показаний одного метода при нормальных двух других - все обусловлены нестационарными режимами, и ни один не соответствовал реальной деградации. Требование подтверждения двумя независимыми методами исключило все 11 потенциальных ложных срабатываний.

Ограничения методики. Манометрический метод требует стабилизации расхода с точностью $\pm 5\%$ от Q_0 на 5 минут. Трассерные испытания - стабильного режима на 30–60 минут. При наличии частотно-регулируемого привода насосных агрегатов оба условия выполняются автоматически. Пороговые значения K/K_0 и η установлены для загрузки из кварцевого песка и антрацита; для других материалов требуется первичная калибровка.

Перспективы развития включают автоматизацию расчёта диагностических показателей на базе промышленных контроллеров, адаптацию пороговых критериев для ультрафильтрационных мембран и разработку алгоритмов машинного распознавания паттернов деградации по данным непрерывной телеметрии для перехода к постоянному мониторингу.

Сопоставление с литературными данными показывает: методы оценки целостности мембран по воздушному давлению (PDT, PCT) по стандарту ASTM D6908 применимы главным образом для ультрафильтрационных систем и не дают информации о степени кольматажа. Методы оптической когерентной томографии [10] позволяют визуализировать биоплёнку на мембранах с высоким пространственным разрешением, однако требуют специализированного оборудования и

разборки модуля. Предложенная методика уступает лабораторным методам по детальности диагностики, однако принципиально превосходит их по применимости в реальных полевых условиях: всё необходимое оборудование (дифманометр, флуориметр) переносится в одном кейсе и может быть установлено персоналом без специальной технической подготовки.

Заключение

Разработана и экспериментально апробирована трёхкомпонентная методика бездемонтажной диагностики напорных фильтровальных установок и обратноосмотических мембранных элементов систем водоподготовки специальных подземных сооружений. Методика включает дифференциальный манометрический метод с трёхзонной шкалой состояний загрузки, анализ нормализованного удельного потока и коэффициента задержания по данным штатной телеметрии с диагностической матрицей для девяти состояний мембранных элементов, а также трассерные испытания с количественными критериями каналообразования. Принцип двойного подтверждения обеспечивает нулевые ложноположительные результаты.

Апробация на шести объектах в течение 26 недель подтвердила обнаружение предотказного состояния в среднем за 26 ± 3 суток до срабатывания штатной сигнализации - в 2,2–3,7 раза раньше известных аналогов. Дополнительная трудоёмкость составляет 4 чел·ч на фильтровальную линию каждые 14 суток; демонтаж оборудования и остановка процесса не требуются. Результаты формируют инструментальную основу методики комплексной диагностики, разрабатываемой в рамках диссертации по специальности 6.2.5 «Вооружение и военная техника».

Предложенная методика представляет собой практически готовый инструмент для включения в регламент технического

обслуживания систем водоподготовки ПС. Её использование позволяет перейти от календарного планирования промывок к обслуживанию по фактическому состоянию, что соответствует современной концепции управления техническим ресурсом оборудования военной

инфраструктуры. По расчётной оценке, предотвращение одного аварийного останова фильтровальной установки (стоимостью 200–300 тыс. руб.) покрывает затраты на внедрение методики на одном объекте примерно за полтора года эксплуатации.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 56387-2015. Мембраны обратноосмотические рулонные для очистки воды. - М.: Стандартинформ, 2015.
2. СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: Минстрой России, 2021.
3. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы к безопасности факторов среды обитания. - М., 2021.
4. Мартынов А.В., Козлов А.В. Оценка технического состояния скорых фильтров методом гидравлического тестирования // Водоснабжение и санитарная техника. - 2020. - № 5. - С. 34–41.
5. Vrouwenvelder J.S. et al. The membrane fouling simulator as a diagnostic tool for full-scale plants // Desalination. - 2007. - Vol. 204. - P. 36–43. DOI: 10.1016/j.desal.2006.04.012
6. Guo H. et al. Low-pressure membrane integrity tests for drinking water treatment // Water Research. - 2010. - Vol. 44. - P. 41–57. DOI: 10.1016/j.watres.2009.09.001
7. Antony A. et al. Assessing the integrity of RO and NF membranes // Membranes. - 2018. - Vol. 8. - Art. 60. DOI: 10.3390/membranes8030060
8. Markwardt S.D. et al. Non-destructive methods to assess biofouling of household RO membranes // Biofouling. - 2018. - Vol. 34. - No. 7. - P. 740–752.
9. Орлов В.А., Квитка А.А. Мониторинг эффективности напорных фильтровальных установок // Водоснабжение и санитарная техника. - 2019. - № 3. - С. 18–25.
10. Rachman R.M. et al. Assessment of fouling in full-scale SWRO plants // Desalination. - 2016. - Vol. 393. - P. 2–15. DOI: 10.1016/j.desal.2015.11.010
11. Vrouwenvelder J.S. et al. The Membrane Fouling Simulator // Journal of Membrane Science. - 2006. - Vol. 281. - P. 316–324.
12. Levenspiel O. Chemical Reaction Engineering. 3rd ed. - New York: Wiley, 1999. - P. 257–282.
13. Патент РФ № 2725257. Способ контроля состояния волоконных модулей без демонтажа. - Оpubл. 30.06.2020.
14. Трубопроводные системы энергетики. Развитие Теории и методов математического моделирования и оптимизации / Аверьянов В. К., Алексеев А. В., Алексеев М. И. [и др.]. – Новосибирск : "Издательство "Наука". 2008. – 311 с. – ISBN 978-5-02-023252-5. – EDN RRVAYP.
15. Коновалов В. Б., Кириленко В. И., Саркисов С. В. [и др.] Организация водоснабжения российских войск в Сирийской Арабской Республике – "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2019. – 157 с. – ISBN 978-5-7422-6579-5. – EDN JRPQFXO.
16. Саркисов С. В. Методика оптимизации зонированных систем подачи воды / Естественные и технические науки. – 2016. – № 12(102). – С. 228-231. – EDN YFNCWN.
17. Коновалов В. Б., Игнатчик В. С., Саркисов С. В., Сорокин А. А. Рекомендации по повышению надежности станций водоподготовки системы водоснабжения объектов военной инфраструктуры / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № 11(12). – С. 26-36. – EDN UCRQDM.
18. Саркисов С. В., Гринев А. П., Подопрigора А. В., Ершов Г. А. Способ снабжения подразделений МО РФ пресной водой на основе обработки атмосферного воздуха / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2019. – № 4(5). – С. 222-229. – EDN TZJEGI.

19. Коновалов В. Б., Лопатин Н. В., Саркисов С. В., Эль-Салим С. З., Запах как интегральный признак состояния окружающей среды / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № 5(17). – С. 9-24. – EDN NGPXBM.
20. Топоров А. В., Коновалов В. Б., Саркисов С. В. Результаты апробации в Сирийской арабской республике средств непрерывного контроля качества окружающей природной среды / Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2021. – № 3(118). – С. 173-183. – EDN BSYYXX.
21. Васильченко С. Н, Саркисов С. В., Брынюк С. В. [и др.]. Инженерная разведка водообеспеченности – Санкт-Петербург : "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2020. – 246 с. – EDN BFXNWS.
22. Коновалов В. Б., Саркисов С. В., Игнатьев А. А., Эль-Салим С. З. Автоматическая система аналитического контроля качества воды для объектов ВС РФ / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № 1(13). – С. 201-211. – EDN XGZZPT.
23. Коновалов В. Б., Саркисов С. В., Эль-Салим С. З. Корреляционный С. З. метод идентификации вещества / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2021. – № 2(14). – С. 9-21. – EDN YQBTIK.
24. Кириленко В. И., Руднев И. М., Саркисов С. В. Устройство технических средств, техники и материальных средств : Учебник – Санкт-Петербург : ВИ(ИТ) ВА МТО, 2019. – 254 с. – EDN TILWII.

Фаттахова Н.А., Аванесова Т.П., Левчина И.Б.
Fattakhova N.A., Avanesova T.P., Levchina I.B.

Методология разработки и применения онлайн-платформы для интерактивных учебных материалов в процессе формирования профессиональных компетенций обучающихся военных вузов

Methodology for the development and application of online platform for interactive educational materials in the process of forming professional competencies of military institute learners

Аннотация. Использование онлайн-платформы для размещения интерактивных учебных материалов в процессе формирования профессиональных компетенций курсантов военных вузов является актуальным в настоящее время. Это связано с необходимостью обладать навыками общения с помощью искусственного интеллекта для дальнейшего использования в процессе общения, решения задач ведения радиотелефонной связи, переговоров с иностранными портовыми властями. Внедрение таких технологий в образовательную среду способствует развитию у учащихся мотивации, самостоятельности, организованности и навыков самоуправления. С учетом индивидуальных особенностей и потребностей обучаемых внедряется личностно-ориентированный подход. Полученные коммуникативные навыки позволят значительно быстрее решать различного рода задачи. Работа с системами искусственного интеллекта как у курсантов, так и у преподавателей способствует формированию цифровых компетенций, очень важных во всех сферах жизни.

Abstract. The use of an online platform for interactive educational materials in the process of forming military universities cadets' professional competencies is relevant nowadays. It's due to the need to have communication skills by means of artificial intelligence for further use in the communication process, solving the problems of conducting radiotelephony, negotiations with foreign port authorities. The introduction of such technologies in the educational environment contributes to the development of learners' motivation, independence, organization and self-management skills. Taking into account the individual characteristics and trainees' needs, a personality-oriented approach is being implemented. Received communication skills will allow to solve various kinds of tasks much faster. Work with artificial intelligence systems for both cadets and tutors contributes to the formation of digital competencies very important in all spheres of life.

Ключевые слова: навыки коммуникации, онлайн-платформы, искусственный интеллект, образовательная среда, личностно-ориентированный подход, общекультурные компетенции.

Keywords: communication skills, online platforms, artificial intelligence, educational environment, personality-oriented approach, general cultural competencies.

Введение.

Логичным шагом становится применение технологий ИИ в подготовке специалистов ВМФ: курсанты нуждаются в навыках коммуникации с ИИ для оперативного решения задач на флоте.

Перед военно-морскими вузами стоит задача формирования цифровых компетенций по работе с ИИ, что требует от педагогов новых знаний и осмысления ИИ как реальности для профессионального сосуществования. Выбор методов и

образовательных технологий для решения задач и достижения целей дисциплины «Иностранный язык» обусловлен потребностью обеспечивать требуемое качество обучения и сформировать у курсантов комплекс общекультурных компетенций, необходимых для осуществления межличностного взаимодействия и сотрудничества в условиях межкультурной коммуникации.

Согласно национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года (утв. Указом Президента РФ от 10.10.2019 № 490) интернет-ресурсы и нейросети становятся неотъемлемыми инструментами педагогической деятельности, в том числе в военно-морских вузах. Поэтому разработка качественных учебно-методических материалов требует не только глубоких предметных знаний, но и умения эффективно использовать современные технологические возможности. Нейросети и онлайн-сервисы открывают принципиально новые горизонты в создании, адаптации и персонализации образовательного контента, позволяя педагогам значительно оптимизировать создание материалов по морской терминологии, навигации и коммуникации, персонализируя контент под нужды будущих офицеров ВМФ. Следует отметить, что разработки интерактивных учебных материалов с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся военных вузов не должны идти в разрез с целесообразностью их применения в процессе обучения. Принцип педагогической целесообразности применения новейших информационных технологий рассматривается во многих научных изысканиях [1,2].

Оценка целесообразности внедрения технологии ИИ предполагает определение показателей функциональной (дидактической) и технологической (ресурсной) эффективности обучения. Производить оценку целесообразности и

разрабатывать план внедрения электронного обучения в подготовку специалистов рационально на основе тематического плана учебной дисциплины в соответствии с пятью рангами, используемыми для внедрения информационных технологий обучения: 1) ранг обязательного использования; 2) ранг высокой целесообразности внедрения; 3) ранг средней целесообразности внедрения; 4) ранг низкой целесообразности внедрения; 5) ранг нецелесообразности внедрения. Для определения уровня владения курсантом иностранным языком как средством профессионального общения, степени формирования их профессиональной компетенции, используется методика компонентного анализа процесса решения операторских задач. Основными компонентами квази-профессиональной деятельности обучающихся являются: речевая включенность, осуществление основной цели общения, оперативность выполнения коммуникативных задач, адекватность квазипрофессионального действия, адекватность контроля обстановки в ситуациях иноязычного общения. Их содержание определяются с учётом иноязычной речевой деятельности.

Анализ и обсуждение.

Интернет-ресурсы – это совокупность информационных ресурсов, размещённых в интернете. Интернет-ресурсы предоставляют доступ к огромному объёму информации, разнообразным учебным материалам, онлайн-курсам, видео, симуляциям и интерактивным платформам. Нейронные сети (нейросети) – это конкретный тип искусственного интеллекта, который используется для обработки сложных наборов неструктурированных данных больших объёмов и различных форматов. Нейросети позволяют анализировать эти данные, адаптировать контент под индивидуальные потребности обучающихся и автоматизировать создание новых материалов.

Существует большое количество специализированных онлайн-платформ для разработки интерактивных учебных материалов. (см. рис. 1).

Сервис	Функционал	Применение
Genial.ly	➤ Создание интерактивных презентаций, инфографики и игр	➤ Разработка привлекательного визуального контента
Wordwall	➤ Конструктор для создания различных типов упражнений и игр	➤ Создание словарных тренажеров, викторин, тестов
LearningApps	➤ Платформа с множеством шаблонов интерактивных заданий	➤ Разработка тестов, кроссвордов, пазлов
Liveworksheets	➤ Создание интерактивных рабочих листов	➤ Проверка знаний, самоконтроль учащихся
Google Формы	➤ Инструмент для создания опросов и тестов	➤ Быстрое создание проверочных работ
Canva.com	➤ Графический редактор с готовыми шаблонами	➤ Разработка красочных визуальных материалов
Padlet	➤ Совместная доска для сбора материалов	➤ Создание интерактивных досок со контентом обучаемых

Рис. 1. Онлайн-платформы для разработки интерактивных учебных материалов

Искусственный интеллект и нейросети, в частности, активно применяются для решения целого ряда задач:

1. Управление образовательным процессом. Разрабатываются алгоритмы персонализации обучения, производится аналитика образовательной деятельности всего учреждения, проводится оценка качества обучения. Нейросети начинают внедрять в практику создания курсов обучения, образовательных платформ.

2. Проектирование учебных курсов и педагогический дизайн. С помощью нейросетей педагоги создают планы-конспекты к занятиям, формируют модули к учебным курсам.

3. Создание учебного контента. Нейросети позволяют создавать новый актуальный учебный материал с учетом запросов целевой аудитории и в соответствии с новыми требованиями к обучению:

а) визуализация материала – создание оригинальных изображений по требованиям занятия и запросам педагога;

б) создание учебных текстов, в том числе и мультимедиа, – на основе запроса генерируются тексты с определенной лексикой, конкретным содержанием, соответствующие уровню целевой аудитории;

в) создание системы готовых упражнений – посредством нейросетей формируются готовые системы, способные генерировать упражнения различного характера на основе запроса педагога, в которых будет содержаться необходимый для обучения контент;

г) генерация заданий для промежуточного и итогового контроля – с помощью нейросетей создаются в соответствии с запросом тестовые задания на контроль формирования определенных навыков обучения;

д) автоматическая проверка заданий. С помощью нейросетей можно в считанные секунды проверить десятки тестов, найти ошибки, сравнить с правильными ответами и даже составить краткий анализ типичных затруднений учащихся;

е) анализ больших объемов информации и выявление в них закономерности.

4. Помощь в решении проектных и креативных задач.

Анализируя потенциал использования нейросетей как инновационного инструмента создания учебного контента и средства организации интерактивной образовательной среды на практических занятиях по русскому языку как иностранному, а также для изучения ИЯ в неязыковом вузе, следует выделить следующие нейросети [3]:

1. Генераторы изображений («Кандинский», “Midjourney”, “Looka”, “Dream”, “Wepik”).

2. Генераторы анимированных изображений (“Synthesia”, “Murf”, “D-id”).

3. Генераторы музыки и видео (“Soundful”, “Runway”).

4. Генераторы презентаций (“Tome”).

5. Генераторы текста (“ChatGPT”, “Perplexity” и “GigaChat”).

Рассмотрим некоторые базовые технологии ИИ (платформы нейросетей), помогающие развивать языковую компетенцию (ЯК) курсантов с целью устной и письменной коммуникации на иностранном языке в сфере военно-профессиональной деятельности.

Одним из важных аспектов при обучении иностранному языку в системе военно-морского вуза также является формирование грамматического навыка, являющимся основой для формирования ЯК будущего специалиста ВМФ. Возможности нейросети *Perplexity* позволяют обучающимся выполнять тренировочные упражнения на

отработку изучаемых грамматических явлений с использованием упражнений на подстановку, двусторонний перевод, трансформацию и т.д.

Для проверки понимания текста данная платформа также способна сгенерировать разнообразные задания, формируя при этом ответы со ссылками на использованные источники, например, определение верных и неверных утверждений, выбор правильного ответа, заполнение пробела, составление ответа с помощью блоков и другие педагогические тестовые задания открытой и закрытой формы.

Также можно запросить подобрать видео по теме, а при необходимости создать к ним комплекс упражнений с помощью связанных вопросов (см. рис.3-4). При создании материалов с помощью нейросетей возникают сразу несколько проблем (см. табл. 1).

найди видеоролики к тексту

Проверено 10 источников >

Here are several video resources related to the text about destroyers, frigates, and corvettes in naval warfare:

- A detailed YouTube video explaining the differences between cruisers, destroyers, frigates, and corvettes, describing their roles and capabilities in modern navies. [youtube](#)
- A tutorial video on anti-submarine warfare (ASW) tactics and strategies involving surface ships such as destroyers and frigates, useful for understanding maritime warfare operations mentioned in the text. [youtube](#)
- A video discussing basic elements of AAW (anti-air warfare) missile systems, providing insight on the defense systems destroyers and frigates use against air attacks. [youtube](#)
- Additional instructional and overview videos on various naval ship classes and warfare systems can be found on platforms like YouTube, with titles such as "Difference Between Frigates, Corvettes, Destroyers & Cruisers Explained" and "War on the Sea: Basic ASW Tutorial by Former Sonar Tech". [youtube +1](#)

These videos cover technical details and operational roles directly connected to the text topics, supporting deeper understanding. If you want, I can summarize key insights from any specific video or help prepare video-based lesson activities.

Рис. 3. Примеры видеоматериалов по изучаемой тематике

Связанные

- ↳ Подбери короткие обучающие видео про корветы и фрегаты
- ↳ Найди видеообзор отличий между фрегатами и эсминцами
- ↳ Подбери ролики с объяснением ролей кораблей в ПЛО
- ↳ Найди документальные фильмы о современных военных кораблях
- ↳ Подбери обучающие видео с терминологией и переводом на русский язык

Рис. 4. Примеры комплекса упражнений с помощью связанных вопросов по изучаемой тематике

Таблица 1

технические	творческие	этические
часто поверхностный анализ данных, неспособность глубоко понять или интерпретировать сложные абстрактные концепции приводят к ошибкам в сложных или нетипичных случаях.	споры о нарушении авторских прав и плагиате	Алгоритмическая предвзятость
Наборы обучающих данных могут быть ограниченными или содержать перекосы, что влияет на качество и объективность генерируемого контента	Проблема анонимности и фейков	Снижение доверия аудитории
встречаются фактические ошибки, выдумки, повторения.	случаи несанкционированного использования чужих изображений или персональных данных без согласия	Устаревшие данные и неспособность отражать новые тренды

Учитывая перечисленное выше, при разработке учебно-методических материалов с использованием нейросетей и интернет-сервисов рекомендуется обратить внимание на следующие моменты [4-5]:

1. Начать с выбора подходящего инструмента — оценить возможности различных нейросетей и сервисов, исходя из специфики своей дисциплины

2. Формулировать чёткие и детальные запросы — качество результатов зависит от того, насколько полно педагог описывает требования к контенту

3. Проверять и адаптировать сгенерированный контент — нейросети создают основу, которую педагог должен анализировать, проверять на точность и

адаптировать под особенности своих учащихся

4. Комбинировать различные инструменты — использовать нейросети для создания контента, а специализированные сервисы для оформления и размещения материалов

5. Соблюдать этические нормы — учитывать вопросы авторского права, плагиата и академической честности при работе с искусственным интеллектом

Заключение.

Таким образом, разработка и применение онлайн-платформы для интерактивных учебных материалов в процессе формирования профессиональных компетенций обучающихся военных вузов

открывают новые возможности для повышения качества военного образования. Эти технологии позволяют преподавателям создавать персонализированный, адаптивный и интерактивный контент, который лучше соответствует потребностям различных категорий обучающихся, экономить время при поиске источников и обработке больших массивов данных.

Однако успешное применение этих инструментов требует не только технических навыков, но и критического осмысления их возможностей и ограничений, а также сохранения педагогической компетентности и творческого подхода, который остаётся центральным в процессе обучения.

Список литературы:

1. Гершунский Б. С. Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы. М, 1987. Организация внедрения компьютерных технологий обучения в процесс формирования профессиональных компетенций: Отчет по НИР “Компетенция” / Научн. рук. Тенищева В.Ф., отв. исп. Аванесова Т.П. - Новороссийск: НГМА, 2012. - 278с.
2. Печников А.Н. Теоретические основы психолого-педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем. - Петродворец: ВВМУРЭ им. А.С. Попова, 1995. - 326с.
3. Филологические науки. Вопросы теории и практики. – Т. 17. Выпуск 1, 2024 г. - С. 58-65.
4. Нейросети для учителей: образование в 2025 году (<https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-for-teachers>)
5. Преимущества и риски использования ChatGPT в системе ... (<https://pedagogy-journal.ru/article/ped20240099/fulltext>)
6. Шарухина, Т. Г. Творческо-продуктивные технологии обучения курсантов военных образовательных организаций высшего образования Росгвардии иноязычно-профессиональному нарративу / Т. Г. Шарухина // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. – 2024. – № 2(27). – С. 203-211.
7. Аванесова, Т. П. Основные требования вузов к подготовке обучающихся к профессиональной деятельности / Т. П. Аванесова, Л. К. Груздева, Д. Ю. Груздев, М. В. Мефлех // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2021. – № 1(34). – С. 65-69.

Разработка цифровых инструментов обеспечения преемственности в подготовке военных инженеров-исследователей: инновационные подходы и практические решения**Development of digital tools to ensure continuity in the training of military research engineers: innovative approaches and practical solutions**

Аннотация. В статье представлены результаты многолетнего педагогического исследования (2021-2025 гг.) по разработке и внедрению цифровых инструментов обеспечения преемственности в системе подготовки военных инженеров-исследователей Российской Федерации. На основе анализа открытых ведомственных данных и публичных отчётов о цифровой трансформации военного образования установлено, что коэффициент преемственности (КП) при переходе от уровня специалитета к адъюнктуре в среднем по совокупности военных вузов не превышает 0,38 [14]. Систематический анализ 23 платформ, включая отечественное СПО «Образование-МО», выявил критический дефицит средств трассировки компетенций. Разработаны теоретические основы трассологии знаний как раздела педагогической кибернетики и создан прототип платформы «Трассолог преемственности» с инструментом визуализации цифрового профиля компетенций.

Abstract. The article presents the results of a multi-year pedagogical study (2021-2025) on the development and implementation of digital tools for ensuring continuity in the training of military engineer-researchers in the Russian Federation. Based on an analysis of open departmental data and public reports on the digital transformation of military education, it was established that the continuity coefficient (CC) in the transition from specialist degree to post-graduate military studies (adjunctura) does not exceed 0.38 on average across military higher education institutions [14]. A systematic analysis of 23 platforms, including the domestic software "Obrazovaniye-MO", revealed a critical deficit in competence-tracking tools. The theoretical foundations of knowledge traceology as a branch of pedagogical cybernetics were developed, and a prototype of the "Continuity Tracelog" platform was created, featuring a digital competence profile visualisation tool.

Ключевые слова: преемственность подготовки, военный инженер-исследователь, курсант, адъюнкт, цифровая образовательная среда, «Образование-МО», трассология знаний, PERLS, NeNA, адаптивное обучение, педагогический эксперимент, коэффициент когерентности преемственности.

Keywords: continuity of training, military engineer-researcher, cadet, post-graduate student, digital educational environment, "Obrazovaniye-MO", knowledge traceology, PERLS, NeNA, adaptive learning, pedagogical experiment, coherence continuity coefficient.

Современная система подготовки военных инженеров-исследователей в Российской Федерации переживает период активной цифровой трансформации. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 года №

309 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2030 года» перед системой образования поставлены задачи создания цифровой образовательной среды, обеспечивающей

высокое качество и доступность обучения всех уровней, а также перехода к использованию отечественного программного обеспечения всеми государственными структурами. В контексте военного образования реализация этих задач неразрывно сопряжена с обеспечением непрерывности формирования профессиональных компетенций при переходе от уровня специалитета к адъюнктуре.

Согласно открытым данным Министерства обороны РФ, к 2025 году все военные образовательные организации перешли на электронные учебники, а количество оцифрованных образовательных ресурсов превысило 12,5 тыс. единиц [1, 2]. Однако данные мониторинга эффективности военного образования фиксируют принципиальное противоречие: лишь 38 % адъюнктов первого года обучения успешно воспроизводят исследовательские компетенции, сформированные на предыдущем уровне [14]. Это расхождение между технической оснащённостью системы и её реальной педагогической результативностью определяет проблемное поле настоящего исследования [6, 7, 16].

Под преемственностью в подготовке военного инженера-исследователя в контексте цифровой трансформации понимается системное свойство образовательного процесса, обеспечивающее сохранение, трансляцию и приращение сформированных компетенций при переходе между уровнями подготовки - от курсанта первого курса до адъюнкта выпускного года [17, 18]. Ключевая особенность военно-инженерного профиля - высокие требования к математическому моделированию военно-технических систем, обработке экспериментальных данных натурных испытаний, инженерному анализу и синтезу технических решений [9, 13].

Цифровая трансформация образования требует не просто внедрения отдельных

учётных инструментов, а создания целостной экосистемы, поддерживающей сквозной цифровой след обучающегося на всём протяжении его профессионального становления [10, 11].

В российской практике военного образования технологическую основу подготовки инженерных кадров составляет специальное программное обеспечение «Образование-МО» (номер в Едином реестре российского ПО: 7530, дата решения: 14 декабря 2020 г.) [2]. Данный продукт организован в виде комплекса подсистем, выполняющих функции ввода, хранения и визуализации данных, и сопряжён с автоматизированной системой «Паспорт», созданной для учёта персональных данных военнослужащих. «Образование-МО» объединяет информационные ресурсы всех военных учебных и научных организаций, обеспечивает отслеживание результатов экзаменов и промежуточного контроля, а также предоставляет доступ к сведениям о новейших образцах вооружения и военной техники [1, 3, 4].

Анализ зарубежного опыта показывает, что в министерствах обороны иностранных государств также активно разрабатываются цифровые образовательные решения. В Соединённых Штатах Америки ключевую роль играет инициатива ADL (Advanced Distributed Learning), создавшая платформу PERLS (PERvasive Learning Systems), ориентированную на микрообучение и адаптивную доставку контента с применением алгоритмов машинного обучения [5]. На её основе в сотрудничестве с НАТО разработана платформа NeNA (NATO e-Learning Network Application), предлагающая учебные активности длительностью 2-4 минуты и соответствующая стандарту xAPI (Experience API), включённому в инструкцию Министерства обороны США DoDI 1322.26 как обязательный стандарт для систем распределённого обучения [5]. Сравнительный анализ российских

и зарубежных решений представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительный анализ отечественных и зарубежных цифровых платформ военного образования

Параметр	«Образование-МО» (РФ)	PERLS/NeNA (США/НАТО)
Назначение	Управление образовательной деятельностью, доступ к ресурсам	Микробучение, адаптивная доставка контента
Технологическая основа	Интеграция с АС «Паспорт», централизованный портал	Open-source, xAPI, LRS
Адаптивность	Отсутствует	ML-рекомендации
Сквозной профиль компетенций	Частичный (через АС «Паспорт»)	Реализован через xAPI
Открытость кода	Проприетарное	Open-source (Apache 2.0)
Мобильная версия	Ограниченно	Полноценное приложение

Для комплексного выявления потенциала и ограничений существующих цифровых инструментов в контексте обеспечения преемственности был проведён систематический анализ 23 образовательных платформ по 48 критериям, сгруппированным в шесть кластеров: поддержка сквозного профиля компетенций; инструменты

исследовательской деятельности; адаптивность и персонализация; безопасность и возможность автономного развёртывания в закрытых сетях; открытость кода; удобство использования в условиях военного вуза с учётом ролевой модели «курсант - адъюнкт». Результаты наиболее интересных платформ представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Интегральные показатели цифровых платформ по критериям преемственности (максимум 100 баллов)

Платформа	Сквозной профиль	Адаптивность	Инстр. исслед.	Безопасность	Open-source	Итого
Open edX (расш.)	94	82	88	85	98	89,4
PERLS/NeNA (США/НАТО)	88	82	70	48	100	77,6
Moodle 4.3+	72	68	76	80	98	78,8
«Образование-МО» (РФ)	62	44	52	88	0	59,6
Canvas	74	72	70	55	0	54,2
«1С:Образование»	48	42	34	72	0	39,2

Наибольший потенциал для обеспечения преемственности продемонстрировала платформа Open edX в расширенной конфигурации (итоговый балл - 89,4 из 100). Среди отечественных решений «Образование-МО» показало результат 59,6 балла: ключевые ограничения связаны с отсутствием встроенных механизмов адаптивности (44/100) и недостаточной

поддержкой сквозной трассировки компетенций (62/100). По критериям безопасности и соответствия требованиям работы в закрытых сетях отечественное решение значительно превосходит зарубежные аналоги (88/100). Радарный профиль сравнения четырёх ведущих платформ по пяти ключевым критериям представлен на рис. 1.

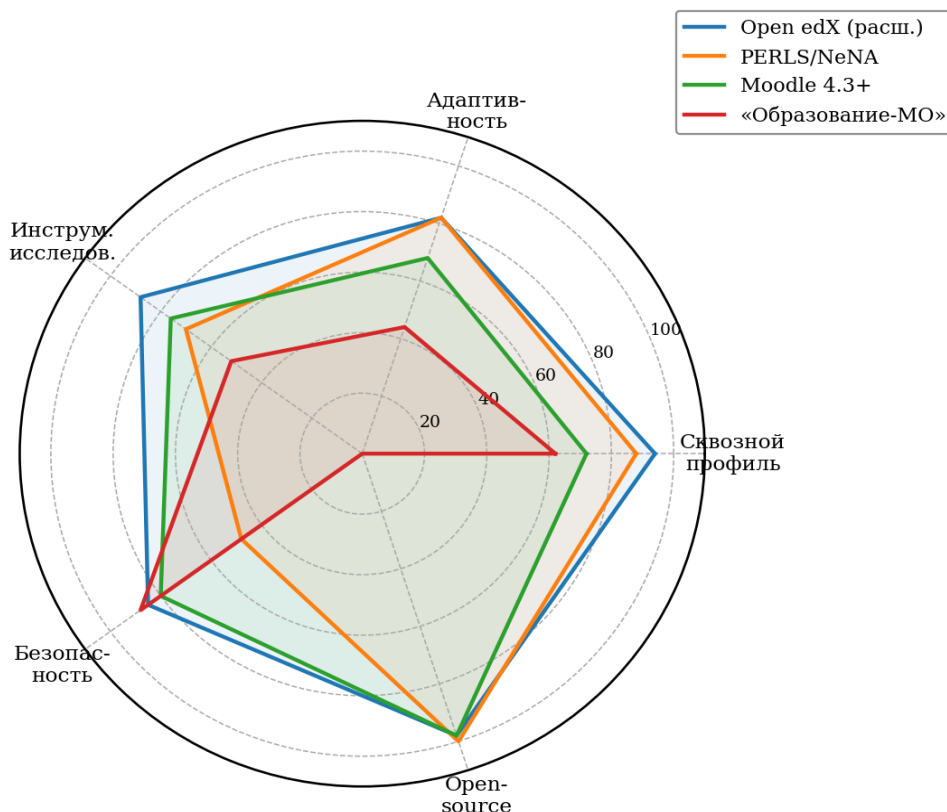


Рис. 1. Профили цифровых платформ по критериям обеспечения преемственности

Трассология знаний: теоретические основания и математическая модель

Выявленный системный недостаток всех анализируемых платформ - отсутствие встроенного механизма автоматической диагностики когнитивных потерь при переходе между этапами обучения - потребовал разработки собственного концептуального и инструментального решения. Данное обстоятельство определило необходимость введения нового раздела педагогической кибернетики - трассологии знаний, под которой понимается исследование динамики трансформации когнитивных структур обучающегося на основе цифрового следа, фиксируемого в процессе взаимодействия с образовательной средой [19]. В отличие от традиционной педагогической диагностики, фиксирующей состояние компетенций в дискретные моменты времени, трассология знаний оперирует непрерывным потоком данных о действиях обучающегося, что позволяет

не только констатировать наличие или отсутствие компетенции, но и прогнозировать её вероятное затухание во времени [12].

В рамках исследования разработана и реализована в прототипе платформы «Трассолог преемственности» математическая модель коэффициента когерентности преемственности (ККП). Данная модель учитывает не только абсолютные уровни сформированности компетенций, но и весовые коэффициенты, отражающие значимость каждой компетенции для последующего этапа обучения. Формула имеет следующий вид:

$$ККП = \frac{\sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{|S_{t2}(C_i) - S_{t1}(C_i)|}{S_{max}} \right) \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Где:

$S_{t1}(C_i)$ и $S_{t2}(C_i)$ – уровни сформированности i -й компетенции на предыдущем и последующем этапах (в диапазоне от 0 до 1);

$S_{max} = 1$ – максимально возможный

уровень;

w_i – весовой коэффициент, определяемый на основе анализа требований к выпускнику-адъюнкту по конкретной военно-учётной специальности.

Значения весовых коэффициентов для различных компетенций получены путём анализа 47 диссертационных исследований по специальности 2.5.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» (данные РИНЦ, 2023 г.): выявлена устойчивая корреляция между успешностью защиты диссертации и уровнем сформированности исследовательских компетенций (коэффициент корреляции Пирсона $r = 0,72$, $p < 0,01$).

Практическое воплощение предложенной концепции реализовано в прототипе платформы «Трассолог преемственности», включающем пять взаимосвязанных аналитических модулей: «Профиль компетенций» (центральный модуль диагностики с расчётом ККП, индекса исследовательской устойчивости и прогноза успешности); «Запоминай-ка» (адаптивное повторение на основе алгоритма интервального обучения, откалиброванного для военно-технических дисциплин); «Прогноз потерь» (экспоненциальная модель когнитивной деградации с учётом интенсивности научной деятельности); «Тепловая карта разрывов» (матричная визуализация 12 компетенций $\times$ 6 этапов подготовки); «Показатели платформ» (многокритериальный сравнительный анализ с весовыми коэффициентами). Разработанные модули могут быть интегрированы в инфраструктуру СПО «Образование-МО» через предусмотренные API-интерфейсы с сохранением единого цифрового профиля обучающегося на базе АС «Паспорт»

[17, 18].

Для оценки эффективности разработанных инструментов проведён педагогический эксперимент (сентябрь 2023 - декабрь 2025 г.) с участием 412 обучающихся из военных вузов различных видов Вооружённых Сил Российской Федерации. В состав выборки вошли курсанты выпускных курсов специалитета и адъюнкты первого года обучения. Формирование экспериментальной группы (ЭГ, $n = 207$) и контрольной группы (КГ, $n = 205$) осуществлялось методом стратифицированной рандомизации с учётом исходных академических показателей. В КГ обучение велось с использованием штатной системы «Образование-МО», в ЭГ – в среде «Трассолог преемственности» с активированными функциями трассологии знаний и адаптивного повторения «Запоминай-ка». Все участники дали информированное согласие на обработку анонимизированных цифровых следов.

Эксперимент включал три последовательных этапа. На первом (калибровка, 3 месяца) на основе анализа учебных сессий были эмпирически определены оптимальные интервалы повторения: инженерная графика - 4 дня, высшая математика - 6 дней, баллистика и внешняя динамика - 3 дня, гидравлика - 5 дней. На втором, основном этапе (12 месяцев) система автоматически генерировала персонализированные задания для каждого адъюнкта ЭГ на основе его цифрового профиля. На третьем, контрольном этапе (2 месяца) проводилось комплексное тестирование (120 заданий, коэффициент надёжности $KR-20 = 0,89$) включающее 12 критериев преемственности. Результаты педагогического эксперимента представлены в таблице 3 и на рис. 2.

Таблица 3.

Динамика коэффициента преемственности (КП) в экспериментальной и контрольной группах

Компетенция	КГ (M±SD)	ЭГ (M±SD)	Абс. прирост	Относ. прирост	t-крит.	p- уровень
Моделирование военно-технических систем	0,52±0,12	0,87±0,09	+0,35	+67,3%	8,74	<0,001
Обработка экспериментальных данных	0,61±0,10	0,91±0,07	+0,30	+49,2%	7,92	<0,001
Научная коммуникация	0,55±0,14	0,84±0,11	+0,29	+52,7%	6,85	<0,001

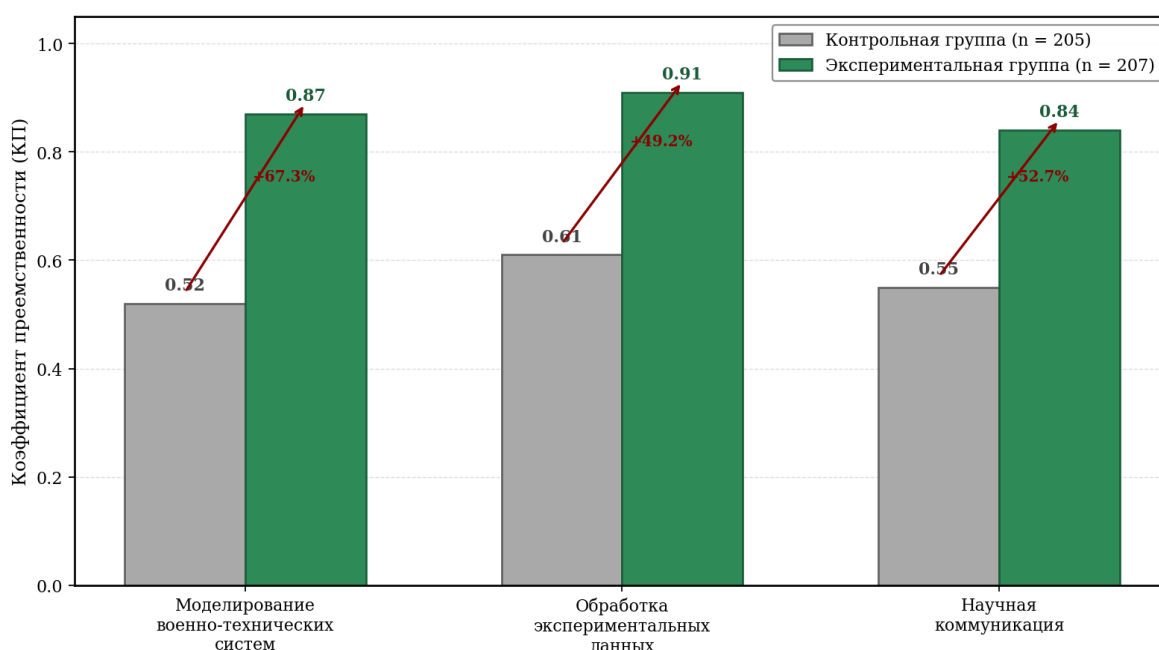


Рис. 2. Коэффициент преемственности по ключевым компетенциям в экспериментальной и контрольной группах

В ЭГ КП по ключевым исследовательским компетенциям превышает показатели КГ в 1,5-1,7 раза. Наибольший относительный прирост (67,3 %) зафиксирован для компетенции «Моделирование военно-технических систем», что объясняется высокой степенью формализуемости данного вида деятельности и эффективностью алгоритмов адаптивного повторения модуля «Запоминай-ка», генерировавших задачи с интервалом, точно соответствующим кривой забывания Эббингауза для технического знания. Компетенция «Обработка экспериментальных данных» показала прирост 49,2 %, «Научная

коммуникация» - 52,7 %. Все различия статистически достоверны: $p < 0,001$ по t-критерию Стьюдента; предварительно проверены нормальность распределения по критерию Колмогорова-Смирнова и однородность дисперсий по критерию Левена.

На рис. 3 представлена тепловая карта разрывов преемственности, построенная по данным 412 участников до начала экспериментального вмешательства. По вертикали отображены 12 ключевых компетенций военного инженера-исследователя, по горизонтали - 6 этапов подготовки (от 1-го курса специалитета до 1-го года адъюнктуры); цвет ячейки

отражает среднюю разницу между уровнем компетенции на выходе из специалитета и требуемым уровнем на входе в адъюнктуру. Наиболее критичные разрывы (0,50-0,60) зафиксированы для компетенций, связанных с математическим

моделированием и статистической обработкой результатов эксперимента, что подтверждает необходимость целенаправленного цифрового сопровождения именно этих дисциплинарных областей [17, 18].



Рис. 3. Тепловая карта разрывов преемственности (специалитет - адъюнктура) до внедрения цифровых инструментов

Дополнительным показателем эффективности стало снижение когнитивных потерь: в КГ они составили в среднем 41,2 % от исходного уровня, в ЭГ - лишь 26,5 % (относительное снижение на 34,7 %). Особенно показателен результат по публикационной активности: доля адъюнктов ЭГ, опубликовавших научную

статью в рецензируемом журнале перечня ВАК в первом полугодии обучения, составила 39 % против 11 % в КГ ($\chi^2 = 28,4$; $p < 0,001$), тогда как средний показатель по РФ за 2022-2024 гг. составляет 14 % [14]. Сравнительные данные по когнитивным потерям и публикационной активности представлены на рис. 4.

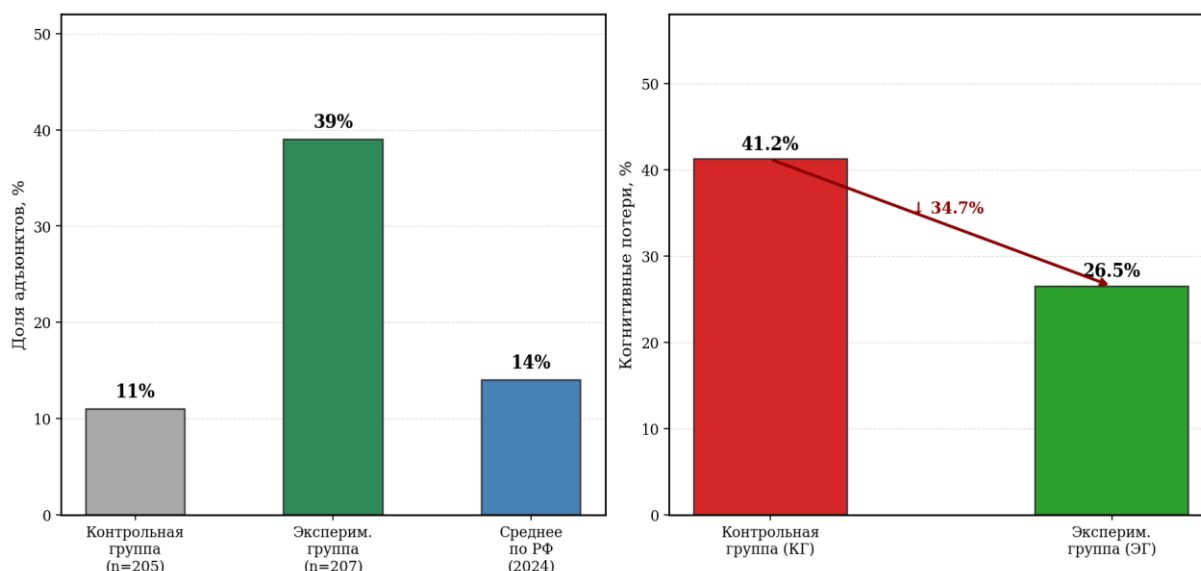


Рис. 4. Когнитивные потери и публикационная активность адъюнктов в экспериментальной и контрольной группах

На основании полученных результатов и многофакторного анализа 23 цифровых платформ сформулированы следующие практические рекомендации для Министерства обороны Российской Федерации.

Во-первых, целесообразно дополнить СПО «Образование-МО» модулями трассологии знаний и адаптивного повторения «Запоминай-ка», что позволит сохранить единую точку входа на базе АС «Паспорт» и обеспечить сквозной цифровой след обучающегося. По расчётным данным, интеграция всех модулей повысит интегральный балл платформы с 59,6 до 77-80 баллов и обеспечит рост ККП на 0,18-0,22 в масштабах всей системы военного образования.

Во-вторых, необходимо утвердить ведомственный стандарт для сбора и обмена данными об учебной активности в рамках профиля «MilEng» (на базе xAPI) с обязательной фиксацией компетенций на всех уровнях подготовки - от первого курса специалитета до защиты кандидатской диссертации. Обязательные поля профиля: идентификатор военно-учётной специальности, код компетенции по ФГОС ВО, уровень сформированности по шкале 0-1, временная метка и идентификатор

образовательного мероприятия. Это сблизит российскую практику с международными стандартами, используемыми ADL Initiative и структурами НАТО [5].

В-третьих, рекомендуется создание открытого репозитория адаптивных тренажёров по военно-техническим дисциплинам (гидроаэромеханика, радиолокация, прочность материалов, управление беспилотными системами) с возможностью интеграции в СПО «Образование-МО». В-четвёртых, следует организовать постоянно действующий межвузовский семинар «Цифровая трассология в военном образовании» для обмена опытом и координации дальнейших исследований.

Необходимо учитывать ограничения исследования: временной горизонт эксперимента не позволил оценить долгосрочную преемственность при переходе из адъюнктуры в докторантуру; преподаватели ЭГ прошли 72-часовой курс повышения квалификации по работе с платформой, что могло стать дополнительным фактором влияния на результаты. Тем не менее высокая внутренняя валидность полученных данных позволяет рассматривать их как достаточное основание для

масштабирования предложенного решения.

В статье представлено комплексное решение проблемы преемственности в подготовке военных инженеров-исследователей, основанное на использовании открытых цифровых технологий и адаптивных алгоритмов, интегрируемых в существующую инфраструктуру СПО «Образование-МО». К основным научным результатам исследования относятся следующие.

Проведён многофакторный анализ 23 цифровых платформ с выявлением критических дефицитов в поддержке сквозного профиля компетенций; интегральный балл «Образование-МО» - 59,6/100, тогда как Open edX достигает 89,4/100. Разработаны теоретические основы трассологии знаний как раздела педагогической кибернетики, изучающего динамику трансформации когнитивных структур на основе цифрового следа [19]. Предложена и валидирована

математическая модель ККП, учитывающая весовые коэффициенты значимости компетенций. Создан и апробирован в эксперименте с участием 412 обучающихся прототип платформы «Трассолог преемственности», включающей пять взаимосвязанных модулей, которые подтвердили повышение КП на 49-67 % и снижение когнитивных потерь на 34,7 % [17, 18].

Предложенная модель обладает потенциалом для экстраполяции на другие области высшего образования, где критически важна непрерывность формирования исследовательских компетенций: медицинское, техническое, естественно-научное образование. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оценку долгосрочной эффективности разработанных инструментов в системе «адъюнктура – докторантура» и на создание отраслевых весовых профилей ККП для различных военно-учётных специальностей.

Список литературы:

1. Романова, Е. С. Применение специального программного обеспечения «Образование-МО» для организации образовательного процесса в военных вузах / Е. С. Романова, Т. А. Гумарова // Гуманитарные научные исследования. - 2022. - № 6. - URL: <https://human.snauka.ru/2022/06/50638>
2. Специальное программное обеспечение управления образовательной деятельностью военной образовательной организации «Образование-МО» // Единый реестр российского ПО. - Номер в реестре: 7530. - 14.12.2020.
3. Минобороны тестирует систему «Электронный вуз» // Life.ru. - 2016. - 31 авг. - URL: <https://life.ru/p/898100>
4. Шойгу: все вузы Минобороны РФ перешли на электронные учебники // ТАСС. - 2016. - 2 сент. - URL: <https://tass.ru/armiya-i-opk/3586712>
5. ADL Initiative Partners with NATO to Advance PERLS Microlearning Platform // ADL Initiative. - 2021. - 8 Dec. - URL: <https://www.adlnet.gov/news/2021/12/08/ADL-Initiative-Partners-with-NATO-to-Advance-PERLS-Microlearning-Platform/>
6. Беспалько, В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. - М.: Педагогика, 1989. - 192 с.
7. Вербицкий, А. А. Цифровое обучение: проблемы и риски // Педагогика. - 2020. - № 3. - С. 13-21.
8. Полат, Е. С. Современные педагогические и информационные технологии / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина. - М.: Академия, 2018. - 368 с.
9. Военная педагогика: учебник для военных вузов / под ред. А. В. Белошицкого. - М.: ВУ, 2021. - 512 с.
10. Олейникова, О. Н. Национальная система квалификаций: концептуальные и методические основы / О. Н. Олейникова, А. А. Муравьева, Н. М. Аксенова. - М.: ИНФРА-М, 2020. - 248 с.

11. Siemens, G. Connectivism: A learning theory for the digital age / G. Siemens // International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. - 2005. - Vol. 2(1). - P. 3-10.
12. Cha, J. Data Power in Military Education: Awareness and Understanding of Learning Analytics / J. Cha, S. Kim // Contemporary Military Challenges. - 2023. - Vol. 25, № 2. - P. 45-62.
13. ФГОС ВО 3++ по направлению 24.05.05 «Интегрированные системы летательных аппаратов». - М., 2020.
14. Отчёт Главного управления кадров МО РФ «О результатах мониторинга качества подготовки адъюнктов в военных образовательных организациях высшего образования».
15. Франтасов, Д. Н. Исследование цифрового следа обучающегося для повышения качества образовательного процесса / Д. Н. Франтасов // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. - 2024. - № 4 (70). - С. 84-94.
16. Саркисова, Е. А. Метод модульного психолого-педагогического сопровождения формирования навыков научно-исследовательской деятельности курсантов в вузе МО РФ: дис. канд. пед. наук / Е. А. Саркисова. - СПб., 2023. - 174 с.
17. Саркисова, Е. А. Психолого-педагогические условия формирования исследовательской компетентности курсантов военного вуза / Е. А. Саркисова // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. - 2021. - № 202. - С. 119-128.
18. Полещук, О. М. Обработка и прогноз данных образовательного процесса на основе нечёткого регрессионного анализа / О. М. Полещук, Е. Г. Комаров, Н. Г. Поярков // Лесной вестник. - 2024. - Т. 28, № 3. - С. 133-140.
19. Ковалёва, Т. М. Тьюторское сопровождение индивидуальных образовательных программ: теория и практика // Вопросы образования. - 2023. - № 1. - С. 78-96.

Решение Генштаба: уйти под воду**General Staff's decision: go underwater**

Аннотация. Статья посвящена строительству уникального инженерного сооружения – Амурского тоннеля, единственного подводного объекта в России, находящегося на Транссибирской магистрали в районе Хабаровска, сыгравшего важную стратегическую роль в развитии транспортной инфраструктуры Дальнего Востока. Отмечена важная роль личного состава 7-й железнодорожной бригады, которой достались самые сложные участки.

Abstract. The article is devoted to the construction of a unique engineering structure – the Amur Tunnel, the only underwater facility in Russia located on the Trans-Siberian Railway near Khabarovsk, which played an important strategic role in the development of the transport infrastructure of the Far East. The article highlights the important role of the personnel of the 7th Railway Brigade, who were responsible for the most challenging sections.

Ключевые слова: «Строительство № 4», Амурский железнодорожный тоннель, железнодорожный транспорт, железнодорожная бригада.

Keywords: Construction No. 4, Amur Railway Tunnel, railway transport, railway brigade.

Среди многих объектов Дальневосточного региона, на которых выполняли задачи части 7-й ождбр, самым сложным и важным объектом был тоннель под рекой Амур у города Хабаровска, который по своим характеристикам является уникальным и единственным подводным сооружением на железных дорогах России [1]. Необходимость его сооружения определялась возросшим объемом перевозок из центра страны в интенсивно развивающиеся районы и активно строящиеся оборонительные рубежи Дальнего Востока. Однопутный мостовой переход через реку Амур не обеспечивал в то время пропуск возросшего грузопотока и стал «узким» местом на Транссибирской магистрали.

Учитывая уязвимость железнодорожного моста как важного стратегического объекта, в 1936 году по инициативе Генерального штаба РККА было принято решение о сооружении под рекой Амур железнодорожного тоннеля.

Подводный тоннель начали строить в конце 1937 года, ему было присвоено

наименование «Строительство № 4». Для сооружения грандиозного по тем временам тоннеля было привлечено 15 специальных предприятий, а также воинские части ОКЖДВ. Тоннель имел стратегическое назначение, и его относили к числу военно-гражданских объектов. В этих целях в 1938 году специалистами Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева и института «Метропроекта» были внесены корректировки в проекте для защиты тоннеля.

Инженерно-геологические условия в зоне тоннеля характеризуются распространением в горной и русловой частях различных трещиноватых скальных пород (глинистые и кремнистые сланцы), а в пойменной части – гравийно-песчаных грунтов.

Геологическое строение пород, вмещающих тоннель, определило подразделение тоннеля на три участка, которые отличаются как конструкцией тоннельной обделки, так и технологией производства работ по его сооружению.

Начальником и главным инженером Управления строительства, после нескольких замен, был назначен опытный инженер-метростроевец Н.А. Ермолаев, который руководил строительством до его завершения.

Возведение тоннеля под рекой Амур, как важное и технически сложное строительство, выполнялось под непосредственным контролем со стороны НКПС, Хабаровского Горкома и Горисполкома.



На 7-ю ождбр была возложена задача по сооружению подходов к Амурскому тоннелю и участие в работах по строительству самого тоннеля, где части бригады составляли основную рабочую силу строительства.

Основными работами на строительстве были: сооружение тоннеля горным способом, а именно способом опертго свода («бельгийский» способ) с подходами и укладкой железнодорожного пути протяжением около 13 км, постройка котельных, насосных, компрессорных, жилых домов, служебно-технических зданий для эксплуатационного штата объекта и другие работы.

В соответствии с новой задачей, все части 7-й ождбр, за исключением 62-го оспждб (который находился в городе Свободный, а затем выполнял задачи на Кругобайкальской железной дороге, в 1938 году временно был прикомандирован в 1-ю ждбр на станции Морозовка), в 1938 году были сосредоточены на объекте НКПС

«Строительство № 4» [2].

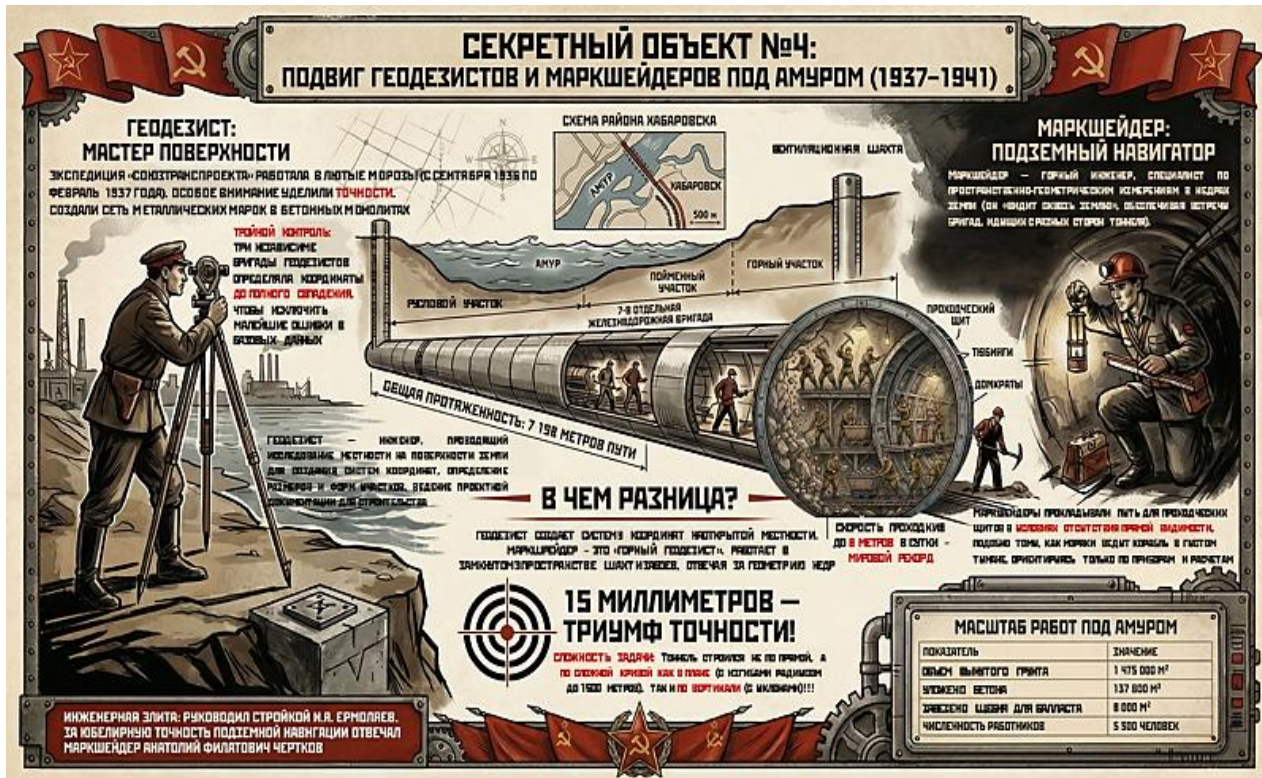
Проходка тоннеля началась в конце 1937 года, она была очень сложной, так как тоннель прокладывался не по прямой линии от берега к берегу, а по сложной кривой, как в плане, так и по вертикали. Требовалась высочайшая точность. Несовпадение осей тоннеля при сбойке допускалось не более 5 сантиметров. При сбойке Амурского тоннеля несовпадение осей составило всего 15 миллиметров. Не смотря на места значительную обводненность штольни, была достигнута небывалая для того времени в мире скорость проходки немеханизированными щитами в скальных породах – около 5 метров в сутки. Самую сложную работу подземного геодезиста было поручено командиру взвода 7-й ждбр А.Ф. Черткову.

Задача Черткова заключалась в том, чтобы бригады сошлись в одной точке. Задача была очень сложная, из-за резких изгибов до 1500 метров. И Анатолий Филатович, с этой задачей справился на

отлично.

По утверждённому НКПС плану, организация строительства сооружения

тоннеля велась на широком фронте, на трех участках (пойменного, руслового, горного), одновременно на шести титулах.



Титул № 1 включал в себя устройство открытого железнодорожного подхода на правом берегу Амура, от примыкания к существующей железнодорожной линии со стороны Хабаровска, сооружение портала и

части железобетонного тоннеля в сторону титула № 2. За титулом был закреплён 60-й оспждб, который размещался в палатках и частично в бараках около правобережного портала.



Титул № 2 включал устройство на правом берегу вертикальной шахты – ствола с подъемными механизмами до горизонтального участка туннеля и сооружение железобетонного туннеля навстречу титулу № 1 и в обратную сторону, под реку, навстречу титулу № 3 щитовым способом под давлением сжатого воздуха, с укладкой металлических тубингов. За титулом был закреплён 63-й оспждб, который размещался в бараках около титула № 2 [3].

Титул № 3 был расположен на естественном острове посредине реки, включал устройство вертикального ствола с подъёмником до горизонтального участка туннеля и сооружение самого туннеля в обе стороны от ствола, в направлении титула № 2 и № 4. Работы производились щитовым способом в кессонах под давлением сжатого воздуха. За титулом были закреплены одно подразделение 63-го и одно подразделение 61-го оспждб.

Титул № 4 в левобережной части Амура, как и титул № 3, включал устройство вертикального ствола с подъёмником до горизонтального участка туннеля и сооружение в обе стороны от него туннеля щитовым способом в кессонах с укладкой металлических тубингов, навстречу титулам № 3 и № 5. За титулом был закреплён 61-й оспждб, который размещался в бараках на левом берегу в районе титула № 4.

Титул № 5 располагался на левом берегу реки, в его пойменной части, и включал устройство открытого левобережного подхода от примыкания к существующей железнодорожной линии, устройство портала и части железобетонного туннеля, сооружаемого в сторону титула № 4 открытым способом с последующей засыпкой грунтом. За титулом был закреплён 33-й оспждб, который располагался в палатках около станции Молотов на левом берегу Амура.

Титул № 6 располагался за пределами

сооружаемого туннеля, на правом берегу Амура, и включал работы по строительству электростанции, жилых домов и бараков для размещения личного состава, столовых, клубов и других сооружений, как для нужд строительства, так и для эксплуатационных нужд. За титулом был закреплён ранее 61-й оспждб, затем в 1940 году был передан 81-му оспждб (командир майор Н.И. Новосельский) прикомандированному от 5-й ждбр.

В 1939 году в состав 7-й ждбр был включён 68-й оспждб (командир капитан Г.А. Матыс) корпусного подчинения (дислокация – станция Оловянная), ранее переформирован из 7-го оспждб (приказ НКО и НКПС от 10 февраля 1936 года № 008/сс-7-цэ, приказа ОКЖДВ от 11 марта 1936 года № 012), выполнял работы по реконструкции железнодорожного направления станция Карымская – станция Отпор (ныне станция Забайкальск), а позже работал на Строительстве № 76 станция Борзя – станция Соловьёвск к границе с Монголией.

В 1940 году в состав бригады вошел 81-й и 86-й оспждб (командир военинженер 2-го ранга А.М. Кузнецов) из Управления корпуса станция Слюдянка.

Начальствующий и рядовой состав второго формирования 7-й ждбр не имел опыта в тоннелестроении. Командованием бригады был заключён со строительством договор, которым определялись взаимные обязательства и взаимоотношения при производстве работ под руководством инженерно-технического персонала Строительства № 4, при этом ответственность за строительство подходов возлагалась на командование бригады.

В обязанности Управления Строительства № 4 входило обеспечение выполнявшихся работ проектной документацией, строительными материалами, изделиями, машинами и механизмами, электроэнергией, сжатым воздухом, а также жилищно-бытовыми и производственными помещениями для работающих, спецодеждой и организация

подсобных предприятий.

Практика выполнения работ по тоннелю с первых же её шагов показала, что солдата в процессе работ необходимо систематически обучать новым навыкам и мастерству и своевременно разъяснять ему технику безопасности производства работ. До освоения им новой профессии он не мог достичь необходимой производительности труда и качественного выполнения работ. Поэтому на первых порах планы работ бригадой не выполнялись.

После ареста 16 июля (по другим источникам 25 июля) 1937 года командира бригады бригадного комиссара П.Д. Матвеева по обвинению в участии в военном заговоре, на его место был назначен майор Н.М. Красильников, но 11 декабря 1937 года, также как и Матвеев, был арестован по обвинению в участии антисоветской и террористической деятельности.

С 19 декабря 1937 года командиром бригады был назначен военинженер 2-го ранга А.И. Юсупов, который со своими обязанностями не справился и 27 августа 1938 года был переведён на должность инженера ПТО Управления бригады.

В августе 1938 года на строительство прибыл вновь назначенный командир бригады полковник М.А. Максимов (ранее командир 1-го ождп (город Ораниенбаум), позже - заместитель Начальника ГУВВР, в 1942 году генерал-майор, в 1944 году генерал-лейтенант технических войск, который сразу проявил высокие деловые качества и завоевал авторитет среди личного состава. Под руководством М.А. Максимова на строительстве были приняты необходимые меры для повышения производительности труда военнослужащих, ответственности начсостава частей в организации и производстве работ в условиях руководства ими со стороны специалистов-тоннельщиков строительства.

На каждого командира батальона, закреплённого за титулом, возлагалась

ответственность за организацию и качество работ, технику безопасности и выполнение плана в целом по титулу. Соответственно, на командиров рот возлагалась ответственность за те же стороны производства работ, как и на начальников участков, а на командиров взводов, как на бригадиров, — за выполнение работ на объектах.

Управление бригады, помимо намечавшегося ежегодно общего плана строительства, стало заключать с Управлением строительства годовые договоры на выполнение основных работ с указанием сроков их окончания. Командиры батальонов совместно с начальниками титулов стали разрабатывать конкретные производственные планы работ по каждому титулу отдельно, которые согласовывались с командиром бригады и утверждались начальником строительства. По ним расставлялась рабочая сила на участках.



Командир 7 ождбр полковник Максимов
Андрей Матвеевич

Начальники участков вместе с командирами рот распределяли людей по объектам, на которых командиры взводов руководили работой подчиненных им солдат. Эти мероприятия полностью себя оправдали. В результате объединения

усилий военных и гражданских строителей было достигнуто резкое улучшение показателей выполнения планов по участкам, титулам и по строительству в целом.

По мере освоения новых навыков при выполнении тоннельных работ командиры частей и подразделений всё полнее включались в руководство производством работ. Так, командиры 60-го и 63-го оспждб, с согласия командира бригады, поставили вопрос о выделении под их непосредственное руководство на подрядных началах участков вне тюбинговой зоны.

Руководство строительства не сразу шло на перевод всех работ, выполнявшихся частями бригады, на подрядные условия ввиду сложности и большой ответственности при выполнении тоннельных работ, а также из-за стремления всемерно укреплять штат работников управления.

В середине 1938 года начальник Строительства № 4 передал на подрядных началах первый участок титула № 1 с менее сложными условиями производства работ закреплённому за ним 60-му оспждб. С огромным энтузиазмом солдаты и начсостав 60-го оспждб взялись за работу на выделенном участке. Не нужно было никого поторапливать или упрекать в нерадивости, надо было строго следить за технически правильным выполнением работ, чтобы не допускать чрезвычайных происшествий и не скомпрометировать новый порядок производства работ.

Уже на втором месяце самостоятельного выполнения работ 1-й участок титула № 1 занял первое место на строительстве. Командованием бригады по предложению руководства 60-го оспждб для дальнейшего улучшения организации работ на 1-м участке были приняты и проведены в жизнь следующие предложения:

- для ускорения вывоза вагонеток с породой выдачу грунта на-гора с участка

производить не через ствол шахты, расположенный на середине титула, а через портал - непосредственно в насыпь;

- производить подачу лесоматериалов на участок не через шахту, а автомашинами к portalу тоннеля, откуда брать его по мере надобности, и доставлять порожними вагонетками, что ускоряло процесс работы;

- для ускорения подачи бетона и доставки его к местам укладки отрыть в середине участка по оси тоннеля вертикальный ствол метрового диаметра, организовать над ним полевой бетонный завод с двумя бетономешалками и подавать бетон прямо по желобам с подвешенными металлическими фартуками в верхнюю штольню с высоты 18 м [4].

Главный инспектор строительства по качеству Тесленко, подчинявшийся непосредственно НКПС, в акте комиссионного осмотра отметил, что падение бетона с 18-метровой высоты не приводит к его расслоению и он находится в удовлетворительном состоянии. Бетон, подаваемый с подъёмника главного ствола, из-за задержек в пути, поступает на участок в худшем состоянии. Впоследствии через дополнительный ствол частично обеспечивался бетоном и 2-й участок.

Осенью 1938 года 1-й участок титула № 1 уже завоевал переходящее Красное Знамя строительства и держал Красное Знамя бригады, однако 1-й титул в целом ещё оставался отстающим в выполнении плана работ.

По предложению командира бригады передать весь Титул № 1 60-му оспждб, начальник строительства принял решение прикомандировать в его распоряжение заместителя командира 60-го оспждб по технической части военинженера 2-го ранга Д.Л. Жук-Жученко для назначения на должность начальника титула № 1. После согласования с командиром корпуса военинженер 2-го ранга Жук-Жученко был временно прикомандирован к Управлению строительства и назначен начальником титула № 1.



Примерно через три месяца титул выправился с выполнением плана и занял место в ряду передовых титулов.



Военинженер 2-го ранга Жук-Жученко
Дмитрий Лукьянович

После этого титул № 1 в целом был передан 60-му оспждб для выполнения работ на подрядных условиях. К этому времени основную массу рабочей силы на всех проходческих щитах составляли военнослужащие. Командиры батальонов, обслуживающих щитовую проходку

тоннеля в кессонах, с согласия командира бригады, предложили передать им отдельные щиты для работ на подрядных условиях.

Руководство строительства, ввиду сложности проходческих работ и необходимости обеспечения особо строгого технического надзора в тяжелых специфических условиях их выполнения, не приняло предложение передать 61-му оспждб щиты (сыграли амбиции начальника строительства, к этому времени командиром 61-го оспждб был назначен военинженер 2-го ранга Жук-Жученко, который блестяще зарекомендовал себя как организатор работ).

В начале 1940 года инженер 2-го ранга И.Г. Никандров по приказанию командира бригады временно вступил в командование 33-м омждб и одновременно принял руководство титулом № 5. Если на всех остальных участках тоннеля работы велись уже установившимся способом, то на участке 33-го омждб имелось много специфических особенностей.

Близость реки Амур и наличие мелкозернистых песчаных грунтов сильно осложняли производство работ. Для их

выполнения требовалось предварительно забить по всему периметру участка тоннеля, сооружаемого открытым способом, сплошной металлический шпунт. При этом вокруг участка работ круглосуточно и непрерывно работало более 150 глубинных насосов, работы велись под постоянной угрозой затопления этого участка из-за фильтрации речной воды.

На порталном кольце и на всех последующих бетонных кольцах тоннеля применялась исключительно сложная арматура, совмещенная со сплошной изоляцией, предохраняющей тоннель от фильтрации в него воды из реки.

На титуле были организованы два участка комплексного производства работ. В распоряжении начальника титула № 5, помимо личного состава 33-го омждб, находились рабочие и инженерно-технический персонал обоих участков строительства.

Армирование и укладка бетона в массивы тоннеля в зимнее время велись в титуле № 5 в тепляках. Одновременно проводилась подготовка фронта работ для предстоящей укладки бетона с наступлением теплого времени года. Командный и инженерно-технический состав 33-го омждб успешно справился с работами на строительстве, ещё выше подняв авторитет 7-й ждбр.

За период 1937–1938 годов начальствующий состав, бойцы и младшие командиры частей бригады получили достаточный практический опыт по строительству тоннеля, что дало возможность к середине 1940 года перевести 50% личного состава частей на выполнение основных работ подрядным способом. Это положительно отразилось на результатах работы. Если производственный план по бригаде в целом в 1938 году был выполнен только на 83%, то в 1939 году выполнение его составляло 107%, а за 1940 год план был досрочно выполнен к 23-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции.

33-й омждб, работая на титуле № 5, добился хороших результатов по выполнению производственного плана первого полугодия 1940 года, за что ему было вручено переходящее Красное Знамя Строительства № 4, а коллективу титула № 5 было вручено переходящее Красное Знамя горкома и горисполкома города Хабаровска. Почетными грамотами были награждены временно исполняющий обязанности командира батальона военинженер 2-го ранга И.Г. Никандров, комиссар батальона Никифоров и командиры лучших подразделений – какими была признана рота, которой командовал Леншин и политрук Хачатуров, отделение Медведева.

Несмотря на значительную обводнённость штольни, была достигнута небывалая для того времени в мире скорость проходки немеханизированными щитами в скальных породах – около 5 метров в сутки. При строительстве было вынуто 1475000 м³ грунта, закачано 137600 м³ бетона [5].

Сбойка тоннеля произошла в июне 1941 года. По меркам мирного времени требовалось ещё не менее полугода до полного завершения работ. Но вскоре на стройку пришла телеграмма Государственного Комитета Обороны, подписанная И.В. Сталиным, с приказом в сжатые сроки завершить работы и по тоннелю пустить поезда.

За отведенное время были демонтированы все строительные леса и временные подъездные пути, отсыпано 8000 м³ щебня в балласт, уложен основной путь. И в назначенный срок, 20 июля 1941 года, по готовому тоннелю прошел первый поезд с участниками строительства, который провел машинист Василий Вожейко. 25 апреля 1942 года правительственная комиссия приняла тоннель в постоянную эксплуатацию с оценкой «хорошо». Для обеспечения стабильной эксплуатации тоннель был оборудован системой вентиляции, обогрева, освещения, откачки воды, оповестительной

и заградительной сигнализацией. Для своего времени он был способен противостоять самым передовым военным технологиям.

За досрочное выполнение правительственного задания по строительству Амурского тоннеля значительная часть личного состава бригады Указом Президиума Верховного Совета СССР была удостоена правительственных наград (фото 1), среди которых и командир 7-й ждбр полковник М.А. Максимов был награжден орденом Ленина.

Строительство Амурского тоннеля в Хабаровске было закончено как раз в первые дни начала Великой Отечественной войны, и это помешало строителям торжественно отпраздновать победу над всесильной природой. Но люди эти были вполне вознаграждены тем моральным удовлетворением, которое они получили от сознания, что их труд в какой-то степени помог удержать японцев от нападения на СССР в самое тяжёлое время.



Поистине, возведение стелы, приуроченной к 157-й годовщине Железнодорожных войск, увековечила ратный труд, массовый героизм воинов-железнодорожников 7-й отдельной железнодорожной ордена Трудового Красного Знамени бригады, возводивших тоннель под Амуром в 1938-1941 годах, проявив высокий патриотизм и трудовую доблесть.

Ведь японским стратегам стало совершенно ясно, что разрушением Амурского моста, находящегося от границы с Маньчжурией всего в 35 км, им уже Дальний Восток не отрезать.

В память о возведении тоннеля и железнодорожного пути под Амуром, 6 августа 2008 года состоялось открытие памятной стелы воинам-железнодорожникам, принимавшим участие в его строительстве.

В открытии стелы приняли участие: командир ордена Октябрьской Революции 1-го железнодорожного корпуса генерал-майор А. Воробкало, заместитель начальника Дальневосточной железной дороги С. Кирилук, представители ветеранских организаций, работники городской администрации.

На стеле выбита надпись «Слава воинам железнодорожникам 7-й отдельной ордена Трудового Красного Знамени железнодорожной бригады, возводившим тоннель под руслом Реки Амур. 1938-1941 годы».



7-я ждбр, как и другие части Особого Корпуса железнодорожных войск, выполнили целый ряд работ, способствовавших экономическому и оборонному развитию Дальнего Востока. Личный состав закалился в трудных условиях, поэтому с началом Великой Отечественной войны части Корпуса были наилучшим образом подготовлены во всех отношениях к боевым действиям.

С началом войны строительная миссия на Дальнем Востоке 7-й ождбр была почти закончена. Семьи всех военнослужащих были эвакуированы в Красноярский край,

а 61-й оспждб был откомандирован в распоряжение 15-й Армии на железнодорожный участок Биробиджан – Ленинское.

Список литературы:

1. РГА ВМФ. Ф. Р-1483. Оп. 1. Д. 178. Л. 123.
2. Газета «Гудок» № 72. 2022. – С. 34.
3. Историческая справка о деятельности 7-й отдельной железнодорожной ордена Трудового Красного Знамени бригады (за период 1937-1993 гг.). – С. 5.
4. Историко-мемориальный зал 857 учебного центра (Железнодорожных войск). Архивные и рукописные документы. Воспоминания командира 27-го оспждп Д.Л. Жук-Жученко.
5. Стальными дорогами испытаний и побед: военно-исторический труд. В 4 кн. Кн. 3. Железнодорожные войска и специальные формирования НКПС в третьем периоде Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.) /М.А. Левин [и др.]; под ред. НГУЖДВ О. И. Косенкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – С. 319.

Единоборство как ритуал. Поединок князя Мстислава и Редеди

Martial arts as a ritual. The duel between Prince Mstislav and Rededi

Аннотация. В статье приведен анализ исторических источников о поединке Тмутараканского князя Мстислава Владимировича с Касожским князем Редедей в 1022 г. Рассматриваются обстоятельства единоборства, его ритуально-правовая природа, исторические последствия и отражение в древнерусских источниках, включая «Повесть временных лет» и «Слово о полку Игореве».

Abstract. The article provides an analysis of historical sources about the duel of the Tmutarakan Prince Mstislav Vladimirovich with the Kasozhsky Prince Rededey in 1022. The circumstances of martial arts, its ritual and legal nature, historical consequences and reflection in ancient Russian sources, including "The Tale of Bygone Years" and "The Word of Igor's regiment" are considered.

Ключевые слова: Древняя Русь, Тмутараканское княжество, поединок, рукопашный бой, обет, ритуал.

Keywords: Ancient Russia, Tmutarakan principality, duel, hand-to-hand combat, vow, ritual.

Событие, произошедшее в 1022 г. на Северном Кавказе, занимает особое место в исторической памяти как минимум двух народов — русского и адыгского. Поединок между тмутараканским князем Мстиславом Владимировичем и предводителем касогов Редедей не только решил исход военного противостояния, но и породил устойчивую литературную и фольклорную традицию, дожившую до наших дней. Как отмечает исследователь В. Котляров, значение этого события оказалось настолько велико, что в исторической памяти оно затмило многие более масштабные сражения с участием тысяч воинов [4, с. 342]. Комплексный анализ этого единоборства как историко-культурного феномена, рассмотрение его в контексте воинских обычаев раннего средневековья и сопоставление различных традиций его осмысления позволяет утверждать, что рукопашное противоборство имело высокий уровень развития и служило важной основой воинской подготовки той эпохи.

Основным источником сведений о поединке выступает «Повесть временных

лет» (Лаврентьевская и Никоновская редакции), где событие датировано 6530 (1022) годом [1, 2]. Мстислав Владимирович — князь тмутараканский (ок. 988/1010–1036) и черниговский (1024–1036), сын великого князя киевского Владимира Святославича. В 1022 г. он одержал победу над касожским князем Редедей в ритуальном единоборстве, что привело к включению касогов в сферу влияния Руси и основанию храма в Тмутаракани [1]. Согласно летописи, Мстислав, правящий в Тмутаракани, предпринял поход против касогов — племенного союза адыгов, занимавшего территории в Прикубанье и на Северном Кавказе [6].

К этому времени Тмутараканское княжество представляло собой важный политический и торговый центр региона. Как подчеркивал А.В. Гадло, через город проходили ключевые торговые пути, связывавшие Северный Кавказ с рынками Малой Азии и Средиземноморья, что делало его стратегически значимым для всех держав региона [5, с. 205]. Контроль над этими путями и стремление

к региональному лидерству неизбежно вели к столкновению интересов Руси и объединяющегося адыгского политического образования, которое возглавлял князь Редедя. Редедя (? — 1022) — князь адыгского племенного объединения касогов, упоминаемый в древнерусских летописях и адыгском фольклоре [6]. Согласно «Повести временных лет», в 1022 г. он вступил в ритуальный поединок с тмутараканским князем Мстиславом Владимировичем, предложив решить исход войны личным единоборством. В ходе борцовской схватки потерпел поражение и был убит противником. Гибель Редеди привела к подчинению касогов Руси и выплате дани, а также к основанию Мстиславом церкви в Тмутаракани по данному обету [1].

Согласно летописному рассказу, когда оба войска встали друг против друга, Редедя обратился к Мстиславу с предложением: «Чьто ради губиве дружину межи собою? Нь съидеве ся сама бороть; да аще одолееши ты, то возьмеша именье мое и жену мою и дети мое и землю мою; аще ли аз одолею, то возму твое все» [1].

Это предложение отражает традиционную правовую традицию, согласно которой исход противостояния мог решаться единоборством предводителей. Сакральный характер поединка подчеркивается тем, что бой должен был проходить без оружия — «борьбою», что подтверждает высокий уровень развития рукопашного единоборства. Необходимо отметить, что подобная практика характерна для многих древних культур и предполагает не столько военное, сколько сакрально-правовое разрешение конфликта, где победа рассматривается как свидетельство высшей правоты [7, с. 5].

Важно отметить, что Мстислав согласился на эти условия. Однако в ходе схватки русский князь, который, по свидетельству летописи, «бе бо Редедя велик и силен», начал изнемогать. Тогда он

обратился с молитвой к Богородице, обещая в случае победы воздвигнуть церковь в Ее честь: «О пресвятая Богородица, помози ми, аще бо одолею сего, съзижду церковь во имя твое». После этих слов Мстислав, согласно летописи, «ударил им оземлю, и вынзе нож и зареза Редедю» [1].

Эпизод с ножом вызывает наибольшие споры среди исследователей и в общественном восприятии. Критики указывают на противоречие: если был уговор о борьбе без оружия, откуда взялся нож и не является ли его использование нарушением правил? Таким образом возникает дискуссия о «честности» поединка.

Однако существует и иная точка зрения. Некоторые исследователи полагают, что использование ножа могло входить в правила поединка на определенной его стадии — для добивания поверженного противника [7, с. 7]. Косвенным подтверждением служит реакция касожского войска: «перед полками касожскими» совершенное действие не вызвало немедленной мести, и касоги признали победу русского князя, подчинившись условиям договора. Если бы Мстислав был нечестным в этом поединке, то воины Редеди не ушли бы без боя и вряд ли бы Мстислав ушел живым.

Иную трактовку событий сохранила адыгская народная традиция. Согласно некоторым сказаниям, Мстислав, оказавшись в тяжелом положении, прибег к хитрости и нанес смертельный удар ножом, что в адыгской традиции породило устойчивую негативную оценку — вплоть до именования Мстислава «трусливым» [6, с. 112]. Здесь мы сталкиваемся с принципиально различными этическими системами оценки воинского поведения.

Победа Мстислава имела огромное историческое значение и политические последствия. В соответствии с условиями договора, русский князь получил власть над землями касогов и наложил на них дань. Однако, что особенно показательным для

характеристики Мстислава как политика, он проявил великодушие к семье побежденного. Сыновья Редеди, принявшие в крещении имена Юрий и Роман, вошли в состав тмутараканской элиты. Роман, согласно родословным легендам, женился на дочери Мстислава Татьяне, положив начало нескольким московским боярским родам — Белеутовым, Добрынским, Сорокоумовым-Глебовым [8].

Князь выполнил и обет, данный в критический момент поединка. Археологические исследования подтвердили существование в Тмутаракани храма Богородицы, основание которого связывают с этим событием [5, с. 210].

Победа над касогами существенно усилила военный потенциал Мстислава, что позволило ему уже в следующем, 1023 г., выступить с касожской дружиной против брата Ярослава в борьбе за великокняжеский престол [1].

Отражение поединка нашло широкий отклик в древнерусской культуре. Уже в XII в. автор «Слова о полку Игореве» упоминает это событие в ряду славных деяний князей, которым пел песни легендарный Боян: «храброму Мстиславу, иже зареза Редедю предъ пълкы касожьскими» [3].

Позднейшая литературная традиция неоднократно обращалась к этому сюжету. Как показывает в своем исследовании Е.А. Андреева, восприятие образа Редеди претерпевало существенную эволюцию: от максимального устрашения в «Степенной книге» (где противник выступает воплощением гордыни) до более сбалансированных оценок в литературе Нового времени [4, с. 360].

В адыгской культуре память о Редее сохранилась не только в фольклоре, но и в попытках географической идентификации места событий. Исследователи указывают на возможную связь с такими местами, как Реданский лес и река Реданка на территории современной Карачаево-Черкесии [7, с. 9].

Значение этого события выходит далеко за рамки военно-политической истории. Поединок Мстислава и Редеди стал архетипическим сюжетом, породившим в культуре устойчивый мотив «поединка-суда», где физическое противостояние предводителей разрешает глубинный конфликт. Этот архетип в различных трансформациях прослеживается в русской литературе последующих эпох. В поэме А.С. Пушкина «Руслан и Людмила» столкновение с Головой наследует былинную традицию: герой вступает в бой с фантастическим противником и, проявив силу и хитрость, получает сакральный артефакт — меч-кладенец, что напрямую перекликается с обретением Мстиславом власти через ритуальную победу. У Н.В. Гоголя в «Тарасе Бульбе» поединок приобретает трагическое, нравственное измерение: личная схватка отца с сыном-предателем разрешает не военный, но этический конфликт, где высший закон товарищества оказывается сильнее кровных уз. Наконец, в «Тихом Доне» М.А. Шолохова мотив поединка трансформируется в жестокую бытовую драку между Григорием и его отцом, что знаменует крушение патриархального мира и становится переломным моментом в судьбе героя. В западноевропейской традиции, например в романах Вальтера Скотта, рыцарский турнир также выступает легитимным способом разрешения споров о чести и праве, что подтверждает универсальность этого культурного механизма, уходящего корнями в ритуальные практики раннего средневековья.

Таким образом, поединок Мстислава и Редеди представляет собой уникальный историко-культурный феномен. Это редкий случай, когда личное единоборство предводителей не только определило исход военного конфликта, но и породило устойчивую многовековую традицию осмысления в двух разных культурах [4, с. 368].

Сложность и неоднозначность этого события обусловлена столкновением различных правовых и этических систем. То, что в древнерусской традиции осмыслялось как подвиг с божественной помощью (молитва Богородице), в адыгской памяти сохранилось как вероломство [6, с. 115]. При этом сам факт заключения договора и его выполнения обеими сторонами свидетельствует о существовании общих для средневекового мира представлений о сакральной силе

поединка как высшего суда, что стало важной частью воинской традиции на Руси [7, с. 10].

Историческая роль этого события выходит за рамки локального конфликта: оно способствовало интеграции северокавказской знати в структуру древнерусской элиты [8], а также обогатило как древнерусскую литературу, так и адыгский фольклор сюжетом, сохраняющим способность порождать новые интерпретации спустя тысячелетие.

Список литературы:

1. Лаврентьевская летопись (ПСРЛ. Т. 1). — Л.: Изд-во АН СССР, 1926–1928
2. Ипатьевская летопись (ПСРЛ. Т. 2). — СПб.: Тип. М.А. Александрова, 1908.
3. Слово о полку Игореве / Под ред. В.П. Адриановой-Перетц. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950.
4. Андреева Е.А. Поединок Мстислава и Редеди: трансформация образа врага // Герменевтика древнерусской литературы. Сборник 23. — М.: ИМЛИ РАН, 2024. — С. 342–368.
5. Гадло А.В. К истории Тмутараканского княжества во второй половине XI в. // Славяно-русские древности. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. — С. 202–213.
6. Дзамихов К.Ф. Адыги: вехи истории. — Нальчик: Эльбрус, 2008.
7. Цыганков С.А. Поединок Мстислава с Редедой и его отражение в фольклоре // Вестник Санкт-Петербургского университета. — 2008. — Вып. 4. Ч. 1. — С. 3–9.
8. Экземплярский А.В. Великие и удельные князья Северной Руси в татарский период. — СПб., 1889–1891.

**Зарождение и развитие кулачного боя, как системы физического воспитания воинов
Древнерусского Государства**

**The origin and development of fist fighting as a system of physical education of the warriors of
the Ancient Russian State**

Аннотация. Статья посвящена анализу зарождения и развития кулачного боя в Древней Руси, как первого прообраза системы физического воспитанию воинов. Рассмотрен процесс проведения тренировочных занятий, ритуальных поединков и состязаний анализ которого позволяет сделать заключение в положительном влиянии на развитие физических качеств, формирования навыков ведения рукопашного боя, тактического мышления и слаженности действий воинов в бою.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the origin and development of fist fighting in Ancient Russia, as the first prototype of the system of physical education of warriors. The process of conducting training sessions, ritual duels and competitions is considered, the analysis of which allows us to conclude that it has a positive effect on the development of physical qualities, the formation of hand-to-hand combat skills, tactical thinking and the coherence of warriors' actions in battle.

Ключевые слова: Древнерусское государство, кулачный бой, физическое воспитание, поединок, состязание, бой «стенка на стенку».

Keywords: Ancient Russian state, fistfight, physical education, duel, competition, wall-to-wall combat.

Актуальность. Исторически на заре своего зарождение и развитие Древнерусское государство складывалось в сложных геополитических условиях. Процесс образования государства и первые периоды правления новгородских и киевских князей был связан с непрерывными военными противостояниями как с соседствующими народами и племенами, так с внутренними племенами, что превращалось в междоусобные войны внутри государства. В связи с этим возвышается роль вооруженных формирований, с помощью которых князь управлял народом и поддерживал свою власть.

Таким образом, череда больших и малых войн, постоянная угроза с запада и востока привела к тому, что уже на заре его основания складывается система подготовки к ведению рукопашного боя и

со временем она непрерывно совершенствуется, интегрируя и воинские традиции соседних государств. Однако, несмотря на славные воинские традиции Русской армии в отличие от стран юго-восточной Азии на территории России стройных систем и школ рукопашного боя исторически не сложилось. В отечественных школах единоборств нет прямой преемственности современных школ от своих первоисточников, что определяет объективную необходимость проведения исследования.

Мы считаем, что рассматривать особенности средств и методов отечественного рукопашного боя целесообразно на различных исторических этапах сквозь призму военной истории, так как именно она определяла направления развития прикладного рукопашного боя [1].

Постоянные набеги на южные племена заставляли славян уделять особое внимание на состояние вооруженных формирований. Кроме того, начиная с конца X в., начинается междоусобная война, которая подталкивала к развитию боевого искусства из-за внутренних противоречий союза племен. У восточнославянских племен не было регулярной армии, но были вооруженные группы, представляющие собой вооруженных мужчин, посвятившие свою жизнь ратному делу. В соответствии со словарем Ожегова [9] дружина – в Древней Руси: приближенные князя, а также княжеское войско. Дружина была прообразом постоянного личного войска князя. Она, как правило, состояла из старшей дружины и младшей, особое место в организации управления дружиной занимала старшая. В состав которой входило окружение князя, обычно это были наиболее близкие и приближенные люди князя. В критические моменты боя или при появлениях нестандартных ситуациях старшая дружина помогала принимать решения князю, что являлось прототипом штаба военначальника, это способствовало своевременному реагированию на возникающие проблемы связанные с управлением дружины.

Таким образом, одним из важных фактором развития кулачного боя на Руси в период VIII – X вв. являлся фактор внешних угроз от соседствующих племен и народов, а также междоусобные войны.

Основные положения. Во главе дружины стоял князь, который, как правило, воспитывался с юных лет в роли руководителя вооруженного формирования. Именно от его действия и указаний зависел стиль, ход поединка и соответственно его исход. Князь должен был представлять собой опытного военначальника, способного принимать решительные действия в ходе поединка, умеющего проявлять гибкость реагирования на появляющиеся критические моменты в ходе боя. Традиционно у славян роль

военначальника занимали люди княжеского рода и их потомки. Нередко во время боя рядом с князем находился его сын, то есть его приемник. Именно при таких условиях князя с самого юного возраста привыкали к проведениям боев, став их непосредственным участником.

В качестве зрителя будущий князь изучал тактику ведения боя дружины, вместе с князем принимал участие в выборе места проведения поединка, оценивая его преимущества и недостатки, способные повлиять на изменения ведения боя, а также знакомился с окружением князя, так как нередко окружение князя оставалось тем же при достижении совершеннолетнего возраста юного князя.

Таким образом, за управление дружиной отвечал князь. Ввиду централизации управления в составе дружины нередко формировались группы. Эти группы различались по своему предназначению. Так существовали группы резерва, группы фланговой атаки, группа окружения. Специализацию группы определял князь накануне поединка исходя из условия и цели предстоящего боя. Данные факты свидетельствуют о зарождении боевого искусства в плане составления диспозиции. Именно грамотная тактика ведения поединка и расстановка сил влияли на исход боя, несмотря на некоторые недостатки дружины князя (превосходство численности противника, недостаточное вооружение дружины).

Важной составляющей боевого искусства славян является организация военного похода. Именно в период восточных славян начались первые этапы формирования организации походов русского войска. К этому можно отнести появление дозорных команд, отправляемые по команде князя вперед отряда для ведения разведывательной деятельности. Как правило, в задачи этого отряда входило ведение разведывательной деятельности с целью своевременного принятия решения

князем о направлении движения дружины, а также уничтожение таких же разведывательных отрядов противника и определения возможности выполнения дополнительных маневров по атакующему противнику, нацеленного на фланг русской дружины. Также важным фактором организации русской дружины являлся привал на отдых. От правильно выбранного места зависел отдых всех дружинников, так как ослабленное и уставшее войско являлось неспособным вести тяжелый поединок с противником. Именно эти причины должен был учитывать князь при выборе ночлега. Князья использовали для этого обозы, которые выставлялись в круг, являющиеся неким заграждением в ночное время, а между обозами выставлялись дозоры для охраны дружины.

Многие восточные историки описывали быт славянских племен, в частности, раскрывали вопросы, связанные с боевыми искусствами славян. Так арабский историк Абу Али Ахмад ибн Умар ибн Русте в своем сочинении «Китаб ал-а'лак ан-нафиса» («Книга дорогих ценностей» 903-925 гг.) писал о русах:

«... оружие их состоит из дротиков, щитов и копий, другого оружия они не имеют. Глава их коронуется, они ему повинуются и от слов его не отступают. Местопребывание его находится в середине страны славян...». Также восточный ученый-энциклопедист Ибн Русте в своем сочинении писал о русах «... мечи у них сулеймановы. И если какое-либо их племя поднимается, то вступаются они все. И нет между ними розни, но выступают единодушно на врага, пока его не победят ... они храбры и мужественны, и если нападают на другой народ, то не отстают, пока не уничтожат его полностью. Победенных истребляют и обращают в рабство. Они высокого роста, статные и смелые при нападениях. Но на коне смелости не проявляют, и все свои набеги и походы совершают на кораблях ... Все они постоянно носят мечи, так как мало доверяют друг другу, и коварство между

ними дело обыкновенное. Если кому из них удастся приобрести хоть немного имущества, то родной брат или товарищ его тотчас начнет ему завидовать и попытается его убить или ограбить».

Анализируя работы восточных авторов (Абу Али Ахмад ибн Умар ибн Русте, Мухаммед ибн Ахмеда ибн Ийаса ал-Ханафи, Шараф аз-Замана Тахира ал-Марвази, Ибн Русте) можно сделать вывод, что многие авторы уделяли особое внимание славянам в своих работах (X-XI вв.). Это объяснялось тем, что славянские племена в X-XI вв. обладали серьезной силой и представляли угрозу Хазарскому Каганату.

Из текста географического трактата 982 года «Худуд аль-алам», написанным неизвестным персоязычным автором и являющимся самым ранним образцом географического трактата на персидском языке «Страна (русов). На восток от нее — гора печенегов, на юг — река Рута, на запад — славяне, на север — ненаселенный север. Это большая страна, и народ ее плохого нрава, непристойный, нахальный, склонный к ссорам и воинственный. Они воюют всеми неверными, окружающими их, и выходят победителями. Царя их зовут хакан русов. Страна эта изобилует всеми жизненными благами».

Из приведенных выше текстов видно, что славяне в IX – XI вв. вызывали особое беспокойство у восточных историков того времени. Это было вызвано нарастающей угрозой со стороны восточных славян. Многие ученые того времени пытались зафиксировать в своих трудах быт, а главное военное дело славян для проведения дальнейшего анализа. Выше сказанного подтверждает, что славяне отличались храбростью и высоко развитыми физическими качествами, и навыками рукопашного боя.

Неотъемлемая часть боевых искусств психологическая подготовленность воина, то есть его мировоззрение и моральные ценности. Отличие славян от многих

народов — это высокие морально-нравственные ценности. Славяне воспитывались в духе патриотизма. Именно это черта влияла на поведение воина в бою, вызывая у него чувства долга перед своей семьёй и Родиной. Такие морально-нравственные ценности удивляли противников славян, так как нередко славяне даже при критических ситуациях во время боя или при явном поражении не теряли моральный дух, веру в победу, и боролись до конца своих сил.

Однако все это мастерство имело под собою мощную духовную основу. Сила Духа — это то, без чего невозможно представить славянского воина, для которого Совесть и долг перед родом всегда были важнее собственной жизни. Эти духовные традиции живут и сегодня в нашей родовой памяти.

Славянские воины всегда отличались мобильностью и подвижностью во время боя, способные во время поединка по команде перестраиваться в разные тактические группы и боевые порядки с целью маневрирования на поле боя.

Передвигались быстро и стремительно, побеждали не только силой, но и умением. Именно необходимость стремительно перестраиваться в боевые порядки во время ведения боя требовало от славян высокого уровня развития физических качеств и тактического мышления, понимая обстановки на поле боя и особой внимательности, так как от быстроты перестроения и правильного построения зависел не только исход боя, но и собственная жизнь воина.

Про боевые порядки Русов ходили легенды. В научном труде Маврикия «Стратегикон» есть небольшое описание действия славянских воинов «...иногда они занимают очень крепкую позицию и, охраняя свой тыл, не дают возможности вступить в рукопашный бой, равно и окружить себя или ударить с фланга, или зайти к ним в тыл». Данные навыки отрабатывались в кулачном бою «стенка на

стенку» где важны были не только индивидуальные навыки ведения боя, но и групповое взаимодействие, вырабатывалось чувство локтя боевого товарища.

Немаловажным фактором военной мысли того времени являлось осознание необходимости сплочения коллектива. Этот фактор влиял на стиль ведения поединка, так как сплоченный и единый коллектив являлся серьёзной силой. Опять же эти качества формировались в кулачных поединках, где успех зависел от коллективных действий, чувства плеча и от общего боевого настроения каждого участника состязания. В этом плане славяне имели определенное преимущество. В связи с широким развитием родовой общины многие дружинники приходились друг другу родственниками или близкими знакомыми. Родственные и дружеские связи укрепляли взаимодействие между воинами в процессе тренировок. Каждый воин относился с уважением к своему брату по оружию, что вызывало чувство поддержки и особого внимания за своими родственниками и близкими друзья во время боя. Именно особое внимание за своими близкими людьми оказывало особое влияние на сплоченность коллектива.

В научных работах известных историков описываются свойственные славянам боевые искусства. В своей работе Погодин М.П. «Древняя русская история до монгольского ига» писал: «Свойства народные видны в действиях. Война была любимым занятием норманнов. Оружие их: мечи, щиты, копья, сабли, стрелы, ножи, брони. Сражения выливались в рукопашные схватки. Войско выстраивалось, разделенное на крылья. Станы, или товары, укреплялись окопами, города осаждались, брались копьем. Употреблялись засады. Перед войском носились стяги или знамена. На войне русские искали славы и корысти. Гордость, жестокость, мстительность, к которой обязывались они и по закону, хитрость, сладострастие — их пороки.

Добродетели открыло христианство, а в язычестве отличались они только доблестями, каковы храбрость, смелость, неустрашимость, терпение. Женщины не уступали мужчинам: примеры Ольги, Рогнеды, Ингигерды, достаточно свидетельствуют об этом. Относительно телосложения отличались ростом и стройностью».

Так историк Шараф аз-Заман Тахир аль-Марвази писал о русах в своем сочинении «Таба'и ал-хайаван» [10. С.61] «... и они народ сильный и могучий и ходят в дальние места с целью набегов, а также плавают они на кораблях в Хазарское море, нападают на корабли и захватывают товары. Храбрость их и мужество хорошо известны, так что один из них равноценен многим из других народов. Если бы у них были лошади и они были наездниками, то они были бы страшнейшим бичом для человечества».

Главными социально-политическими изменениями в обществе восточных славян до начала XI в. являются: объединение племен в союзы, призвание варягов в Новгороде на княжение, военные походы Святослава против Волжской Болгарии и Хазарского каганата, принятие христианства Владимиром. Как известно, славянские племена жили отдельно друг от друга. При этом племена могли быть разделены на отдельные родовые общины, которые вели самостоятельное хозяйство и жизнедеятельность. Но ввиду внешних угроз и тяжелые условия существования, родовые общины объединяются в единое племя для отражения нападения внешних врагов и совместного ведения хозяйства. Таким образом, началось постепенное объединение родовых общин в единое племя. Это являлось следствием расширением родственных связей, а также это являлось началом централизации управления славянских племен. Так на общем собрании выбирался старейшина, который являлся координатором жизнедеятельности племени.

На общем собрании обсуждались вопросы особой важности, в том числе и вопросы ведения военных действий. Для ведения боевых действий назначался князь во главе дружины, имеющий опыт в ведении боевых действий. Под руководством князя и при помощи воеводы собиралась дружина для военного похода.

Таким образом, объединение племен в союзы способствовало началу централизации управления создания военными формированиями, имея в своем составе разные родовые общины. Так же осуществлялась передача знаний о технике и тактике ведения рукопашного боя.

Основываясь на «Повесть временных лет» [4], варяги были призваны на княжение в 862 г. В настоящее время данная теория активно обсуждается и существуют различные версии, однако многие отечественные историки считают, что именно с этого момента началось зарождение Древнерусского государства. При этом варяги появлялись уже в начале IX в. на земле восточных славян. С этого времени началось слияние интересов и культур варягов и северных восточнославянских племен, в том числе и приёмы ведения боя, и его составляющих. Особенно ярко варяжское войско проявило себя во времена Рюрика, Олега и Владимира. Все авторы, описывающие быт и культуру восточных славян того времени, отмечают, что они обладали бесстрашием, храбростью и стремительным нападением. Славянские войны, сражаясь с варягами на одном поле боя перенимая друг у друга лучшие тактические и технические средства и методы ведения поединка.

Происходящие социально-политические изменения в обществе славянских племен благоприятно повлияло на развитие их боевого искусства. Набираясь опыта, славяне стремились к собственному превосходству на поле боя. Тренировочные процессы под руководством опытных наставников и совместные тренировочные бои развивали

в славянских войнах сплоченность коллектива, тактического мышления, понимания обстановки боя.

Наибольшее развитие боевые единоборства в ту эпоху получают развитие во время военных походов Святослава.

Святослава ведет агрессивную политику и организует походы против вятичей (964), ясов и касогов (965), Хазарского каганата (965-966), второй поход против вятичей (966), поход против волжских булгар и буртасов, войны с печенегами (968-969), походы в Дунайскую Болгарию (968-969), вторжение во Фракию (970), война с Византией (970—971).

В связи с большим количеством походов и ведением боем против соседствующих народов Святославу необходимо было поддерживать численный состав дружины и их уровень боевой подготовки. Поэтому именно в это время возникла необходимость введения базовой основы подготовки воинов, которые смогли бы стать новым пополнением дружины Святослава. Так как для похода Святослав собирал в свою дружину не только опытных и постоянных воинов, но и новобранцев, которым было необходимо пройти подготовительный курс в составе дружины на тренировочном поле. Так складывается систем подготовки воина и прообраз учебно-тренировочного процесса. В ходе походов новобранцы преодолевали многодневные пешие, конные, ладейные походы, в которых терпели холод и голод, сон под открытым небом, вели охоту на дикого зверя, а также овладевали навыками боя различными вилами оружия, проводили разведку местности, применяли устройства засад. Таким образом, новобранец в военном походе получал весь спектр практического опыта, что по возвращению из похода он становился уже опытным воином и основным дружинником князя.

В то же время походы Святослава против Хазарского каганата и других народов позволяли изучать и углубляться

в культуру этих народов. Имея постоянные контакты с другими народами, дружинники изучали новые способы владения мечом или тактических элементов боя.

Отношения Хазарского каганата со славянами всегда были непростыми. Твердью каганата в споре со славянами была крепость Саркел (Белая Вежа). Ее выстроили греки на нижнем Дону в 834 г. До Святослава в 939 г. русский князь Игорь овладел городом Самкеру, располагавшимся на Таманском полуострове. Тут же купцы Хазарии организовали поход мусульманской армии, во главе которой стоял иудейский военачальник, на Самкеру. Город вернули в 940 г., и вслед за этим армия каганата вторглась на юг Крыма и дошла до земель полян в районе Киева. В 964 - 965 гг. русский князь Святослав Игоревич совершил поход на Хазарский каганат. Город Итиль был взят и разрушен. Из дельты Волги армия Русов подошла на берега Терека, и там был разрушен Семендер. На Дону Святослав овладел крепостью Саркел, ставшей впоследствии русской твердью, названной Белой Вежей.

При Святославе дружина представляла собой в основе пехотное соединение. Бой проходил «стенной», предполагающая размещение воинов в линию около 300 м по фронту и в глубину 10-12 шеренг. Действия в таком строю постоянно отрабатывались при проведении народных гуляний и состязаний в кулачном бою «стенка на стенку». Такое построение «стенной» исключало возможность рассеивания рядов русской дружины конницей противника. При этом в центре такого построения концентрировался сильный кулак. Так опытных бойцов ставили в первые шеренги для нанесения максимального урона противнику. Также по указаниям князя первые шеренги могли перестраиваться, например, в полумесяц для дальнейшего обхвата противника. Святослав применяли и конные отряды, которые служили защитой флангов «стенки», а также применялись для

наращивания наступления или погони отступающего противника.

После крещения Руси киевским князем Владимиром на психологическую подготовленность воинов большое влияние оказывала православная церковь, которая выступала в роли объединения общества в одно целое. Дружина, являясь приближенной группой князя, участвовала вместе с ним в церковных мероприятиях, что способствовало сплочению коллектива. Также дружина являлась примером для всего общества в целом, являясь воплощением политики князя по объединению дружины и всего народа.

Высокий боевой дух, уровень морально-волевых качеств воинов Древнерусского государства позволяло дружинникам вести борьбу с противником даже в самые критические моменты боя. Психологическая работа, проведенная с дружинниками, вселяла каждого воина на победу и на успех, обеспечивая сильный моральный дух. Каждый воин был готов отдать свою жизнь на поле ради своего князя, православной веры и семьи.

Церковь старалась поднять значение княжеской власти. Князей она учила, как они должны управлять: «воспрепятствовать злым и казнить разбойников». Церковь требовала от подданных князя, чтобы они «имели приязнь» к князю, не мыслили на него зла и смотрели на него как на избранника Божия. Очень грубо было воззрение языческой Руси на князей, как на дружинных конунгов, которые берут дань за свои военные услуги земле и которых можно погонять, если они не угодны, и даже убивать (как древляне Игоря). Церковь всячески боролась с таким взглядом и поддерживала авторитет князей, смотря на них, как на прирожденных и богоданных государей. Когда князья сами роняли свое достоинство в грубых ссорах и междоусобицах, духовенство старалось мирить их и учить, чтобы они «чтили старейших» и «не переступали чужого предела». Так духовенство проводило в жизнь идеи правильного

государственного порядка, имея пред собою пример Византии, где царская власть стояла очень высоко.

Широко было влияние церкви на гражданский быт общества. Оно охватывало все стороны общественного устройства и подчиняла себе одинаково как политическую деятельность князей, так и частную жизнь всякой семьи. Это влияние было особенно деятельно и сильно благодаря одному обстоятельству. В то время как княжеская власть на Руси была еще слаба и киевские князья, когда их становилось много, сами стремились к разделению государства, церковь была едина и власть митрополита простиралась одинаково на всю Русскую землю. Настоящее единовластие на Руси явилось прежде всего в церкви, и это сообщало церковному влиянию внутреннее единство и силу.

Таким образом, христианство способствовало сплочению народа и воинского коллектива. Люди, объединенные одной верой и целью, являлись серьезной ударной силой и единым народом.

Уникальное явление характерное для славянских племен и Древнерусского государства – традиционные воинские игры и забавы, представляющие собой совокупность исторически сложившихся форм традиционных игр и видов физической активности с выраженным явно или в редуцированном виде военно-прикладным сюжетом.

С древности традиционные рукопашные состязания являлись элементом военно-прикладной подготовки славянских воинов. Н. М. Карамзин, описывая древнерусское войско, справедливо писал: «Народные игры и потехи доныне однообразны в землях славянских: борьба, кулачный бой, беганье, взпуски, остались памятником их древних забав, представляющих нам образ войны и силы». Основу средневекового русского войска составляла пехота. Ее значительной

частью являлось ополчение. Народные массы с древности проходили обучение основам строя и ведения боя в народной игре «стенка на стенку», имеющей прямые параллели с воинским искусством. Важной составляющей физической культуры Древнерусского государства является культовый характер, то есть влияние язычества на образ жизни славян. Согласно такому укладу жизни воин Руси должен быть сильным, ловким, быстрым. В течение года проводилось множество языческих праздников и гуляний, в том числе поединки. Именно во время таких праздников устраивались тренировочные бои и поединки. Таким образом, у славян в течение года проходили несколько таких поединков, что давало возможность воинам дополнительно тренироваться, а также возможность тренироваться и отрабатывать определенные манёвры в ходе поединка. Исходя из этого, большая часть мужского населения имела представление о кулачном бое, о его особенностях, манёврах и приемах. Данное явление благоприятно влияло на защитные функции рода, племени, государства, так как в случае угрозы, мужчина смог встать на личные и государственные интересы.

Испокон веков на Руси существовали кулачные бои, при этом это были не раздробленные упражнения, а выстроенная система физического развития и совершенствования физической подготовки воинов княжеской дружины. Традиционные рукопашные состязания в Древнерусском государстве существовали в трех фундаментальных типах: кулачном бое, борьбе и палочном бое, которые отличались друг от друга по ключевому воздействию на соперника. Таким образом, при физической подготовке воинов Древнерусского было разделение на индивидуальную и коллективную подготовку.

Кулачный бой на Руси – это тип состязаний и физической подготовленности, имеющий повсеместное

распространение на всей территории проживания славянских племен с глубокой древности. В работах разных авторов встречается несколько народных названий для обозначения состязаний на кулаках: «кулачный бой», «кулачки», «драка кулаками». Кулачный бой также делился на индивидуальный и коллективный.

Кулачный бой «один на один» представлял собой состязание, в котором участвовали два участника, целью которых была одержать победу над другим, при этом удары наносились аналогично современному боксу: в корпус и голову. Один из примеров данного кулачного боя был описан в работе Н. Я. Никифоровским «Странички из недавней старины города Витебска»: «После призыва «давай побьемся» ... становились в позицию, при которой далеко вытянутые вперед руки еле касаются одна другой, голова откинута назад, одна нога отставлена вперед. Ударяя время от времени по руке противника, бойцы делают незаметные пяди вперед, ... улавливая же по глазам противника тот или другой маневр, они спешат предупредить удар, нанести свой в неожиданное место на лице, что и составляет суть нападения. Позволяет возможность - бойцы сыплют удар за ударом».

Анализируя приведенный пример, можно сделать вывод о том, что во время тренировочного процесса особое внимание уделялось двигательным навыкам рукопашного боя. Двигательные навыки рукопашного боя — это действия, доведённые в процессе обучения до автоматизма. При формировании двигательных навыков рукопашного боя в Древнерусском государстве немаловажное значение имела степень развития у воинов княжеской дружины основных физических качеств. Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков рукопашного боя существует определённая связь. Так, дружинника воспитывали в духе тактического мышления, то есть во время

тренировочного процесса воин постоянно должен был оценивать своего противника с целью предугадать движения противника, зрительно воспринимая начало удара соперника, заранее готовиться к приему, пытаться найти наилучший способ реагирования. До принятия решения воин сопоставляет свое выбранное действие с обстановкой (расстояние до противника, положение его частей тела, собственные действия и тактику, а также действия и тактику противника) и действует в соответствии с ситуацией, внося коррекции при отклонении от запланированного развития. Таким образом, дружинника Древнерусского государства воспитывали не только физически крепким, но тактически подготовленным, способным принимать самостоятельные решения в ходе рукопашного боя как в тренировочном процессе, так и с вероятным противником.

Среди коллективного кулачного боя выделяются следующие виды поединков [11]: кулачный бой «сцеплялка-свалка», «стенка на стенку». Однако, данные видов поединков противоположны друг другу. Так русский писатель В.И. Даль описывал такие поединки: «Сцепная драка, сцепной кулачный бой или сцеплялка-свалка врассыпную. Стена на стену, где не выходили из ряда, а старались сбить, попятить и погнать весь противный строй; сцеплялка, рассыпной, где всякий схватывался в одиночку, и это самый жестокий». Таким образом, поединок «стенка на стенку» представлял собой линейное построение противоборствующих групп, которая имела четко поставленную задачу на предстоящий бой – вытеснить соперника с поля боя. В «сцеплялки-свалке» построений не было, каждый был сам за себя. Исходя из этого, победа воина в «сцеплялке-свалке» основывалась на личном мастерстве и физической подготовленности дружинника, тогда как в поединке «стенка на стенку» успешный исход боя зависел от коллективной подготовленности участников группы, от их

взаимодействия, взаимопонимания и слаженности выполнения команд старшего стенки. Отступивший противник перегруппировывался, собирал новые силы и после передышки снова вступал в бой. Таким образом, бой состоял из отдельных схваток и длился обычно по несколько часов до тех пор, пока одна из сторон окончательно не одолевала другую. У каждой стенки был старший группы, которого называли «атаманом», «старостой», «предводитель» [11]. Накануне поединка руководитель группы составлял тактику и план ведения боя. Также он выбирал себе бойцов в стенку лично, зная физические способности каждого участника команды. Таким образом, исходя из физических возможностей участников команды формировал группы: группа резерва, группа нападения, группа окружения. Группа резерва предназначалась для нанесения решительного удара по сопернику. Группа окружения назначалась главным образом для окружения соперника, когда соперника целенаправленно пропускали внутрь стенки. Группа нападения считалась важной в стенке, в ней, как правила, была сосредоточена физическая мощь команды, основной задачей которой было выбивание из строя соперника определённых участников. Группы участников собирались со своим предводителем на собраниях, на которых командир стенки доводил до своей группы тактику ведения боя, также группа отправлялась на место проведения поединка, чтобы изучить местность, а в случае необходимости провести предполагаемые манёвры отдельных групп стенки. Накануне боя «стенка на стенку» готовили место проведения мероприятия. Так русский писатель П.П. Бажов так описывал данное мероприятие в своей научной работе [14]: «...К нему спозаранок подготовку делали. На том месте, где бойцам сходиться, боевую черту проводили, а от нее шагов так на двадцать, а когда и больше, прогоняли по ту и другую

сторону потылье - тоже черты, до которых считалось поле». Анализируя отрывок из работы, можно сделать вывод, что условия проведения поединка была максимальным приближены к боевым. Именно в таких тренировочных поединках отрабатывалась тактика ведения коллективного боя и действия отдельных групп.

Таким образом, социально-политические изменения в укладе жизни восточных славян, в частности, процесс централизации племен и образование Древнерусского государства отразились на отношении к боевой подготовке славян и всей системе подготовки воинов. С этапов объединения славян в союзы возникла необходимость иметь вооруженные формирования для защиты от нападения враждующих племен и народов, а также с целью расширения территории и сферы влияния племени. В свою очередь, образование Древнерусского государства путем объединения славянских племен требовало физической подготовки воинов на постоянной основе. Также изменения произошли в системе организации и ведения боя, основу которого составлял рукопашный бой, являющийся финальным этапом каждого боя. Все эти факторы вызвали ряд изменений в совершенствовании системы подготовки воинов Древнерусского государства. Проанализировав работы восточных историков и современников тех событий, можно сделать вывод, что организация и боевая подготовка воинов Древнерусского государства была на высоком уровне развития. Воин (дружинник) являлся воплощением боевого мастерства, смелости, храбрости и веры.

Так зарождалось олицетворение русского воина, связанное с силой, могуществом и непобедимой внутренней силой.

Для отражения набегов качающих народов, защиты территории Древнерусского государства, участия в военных походах, а также для

объединения славянских племен воин (дружинник) должен был физически развит, так как именно воин княжеской дружины олицетворял могущество, силу и славу Древнерусского государства.

Испокон веков на Руси существовали кулачные бои, при этом это были не раздробленные упражнения, а выстроенная система физического развития и совершенствования физической подготовки воинов княжеской дружины. Традиционные рукопашные состязания в Древнерусском государстве [2] существовали в трех фундаментальных типах: кулачном бое, борьбе и палочном бое, которые отличались друг от друга по ключевому воздействию на соперника. Таким образом, при физической подготовке воинов Древнерусского было разделение на индивидуальную и коллективную подготовку.

Кулачный бой. Этот тип состязаний и физической подготовленности имел повсеместное распространение на всей территории проживания славянских племен с глубокой древности. В работах разных авторов [2] и всевозможных исторических упоминаниях встречается несколько народных названий для обозначения состязаний на кулаках: «кулачный бой», «кулачки», «драка кулаками». Кулачный бой также делился на индивидуальный и коллективный.

Кулачный бой «один на один» представлял собой состязание, в котором участвовали два участника, целью которых была одержать победу над другим, при этом удары наносились аналогично современному боксу: в корпус и голову. Один из примеров данного кулачного боя был описан в работе Н. Я. Никифоровским «Странички из недавней старины города Витебска»: *«После призыва «давай побьемся» ... становились в позицию, при которой далеко вытянутые вперед руки еле касаются одна другой, голова откинута назад, одна нога отставлена вперед. Ударяя время от времени по руке*

противника, бойцы делают незаметные пяди вперед, ... улавливая же по глазам противника тот или другой маневр, они спешат предупредить удар, нанести свой в неожиданное место на лице, что и составляет суть нападения. Позволяет возможность - бойцы сыплют удар за ударом».

Анализируя приведенный пример, можно сделать вывод о том, что во время тренировочного процесса особое внимание уделялось двигательным навыкам рукопашного боя. Двигательные навыки рукопашного боя — это действия, доведённые в процессе обучения до автоматизма [3]. При формировании двигательных навыков рукопашного боя в Древнерусском государстве немаловажное значение имела степень развития у воинов княжеской дружины основных физических качеств. Между развитием физических качеств и формированием двигательных навыков рукопашного боя существует определённая связь. Так, дружинника воспитывали в духе тактического мышления, то есть во время тренировочного процесса воин постоянно должен был оценивать своего противника с целью предугадать движения противника, зрительно воспринимая начало удара соперника, заранее готовиться к приему, пытаться найти наилучший способ реагирования. До принятия решения воин сопоставляет свое выбранное действие с обстановкой (расстояние до противника, положение его частей тела, собственные действия и тактику, а также действия и тактику противника) и действует в соответствии с ситуацией, внося коррекции при отклонении от запланированного развития. Таким образом, дружинника Древнерусского государства воспитывали не только физически крепким, но тактически подготовленным, способным принимать самостоятельные решения в ходе рукопашного боя как в тренировочном процессе, так и с вероятным противником.

Среди коллективного кулачного боя выделяются следующие виды поединков [4]: кулачный бой «сцеплялка-свалка», «стенка на стенку». Однако, данные видов поединков противоположны друг другу. Так русский писатель В.И. Даль описывал такие поединки: *«Сцепная драка, сцепной кулачный бой или сцеплялка-свалка врассыпную. Стена на стену, где не выходили из ряда, а старались сбить, попятить и погнать весь противный строй; сцеплялка, рассыпной, где всякий схватывался в одиночку, и это самый жестокий».* Таким образом, поединок «стенка на стенку» представлял собой линейное построение противоборствующих групп, которая имела четко поставленную задачу на предстоящий бой – вытеснить соперника с поля боя. В «сцеплялки-свалке» построений не было, каждый был сам за себя. Исходя из этого, победа воина в «сцеплялке-свалке» основывалась на личном мастерстве и физической подготовленности дружинника, тогда как в поединке «стенка на стенку» успешный исход боя зависел от коллективной подготовленности участников группы, от их взаимодействия, взаимопонимания и слаженности выполнения команд старшего стенки. Отступивший противник перегруппировывался, собирал новые силы и после передышки снова вступал в бой. Таким образом, бой состоял из отдельных схваток и длился обычно по несколько часов до тех пор, пока одна из сторон окончательно не одолевала другую. У каждой стенки был старший группы, которого называли «атаманом», «старостой», «предводитель» [4]. Накануне поединка руководитель группы составлял тактику и план ведения боя. Также он выбирал себе бойцов в стенку лично, зная физические способности каждого участника команды. Таким образом, исходя из физических возможностей участников команды формировал группы: группа резерва, группа нападения, группа окружения. Группа резерва

предназначалась для нанесения решительного удара по сопернику. Группа окружения назначалась главным образом для окружения соперника, когда соперника целенаправленно пропускали внутрь стенки. Группа нападения считалась важной в стенке, в ней, как правила, была сосредоточена физическая мощь команды, основной задачей которой было выбивание из строя соперника определённых участников. Группы участников собирались со своим предводителем на собраниях, на которых командир стенки доводил до своей группы тактику ведения боя, также группа отправлялась на место проведения поединка для проведения рекогносцировки, а в случае необходимости провести предполагаемые манёвры отдельных групп стенки. Накануне боя «стенка на стенку» готовили место проведения мероприятия. Так русский писатель П.П. Бажов так описывал данное мероприятие в своей научной работе [5]: *«...К нему спозаранок подготовку делали. На том месте, где бойцам сходиться, боевую черту проводили, а от нее шагов так на двадцать, а когда и больше, прогоняли по ту и другую сторону потылье - тоже черты, до которых считалось поле»*. Анализируя отрывок из работы, можно сделать вывод, что условия проведения поединка была максимальным приближены к боевым. Именно в таких тренировочных поединках отрабатывалась тактика ведения коллективного боя и действия отдельных групп.

С древности традиционные рукопашные состязания являлись элементом военно-прикладной подготовки славянских, а затем и русских воинов. Н. М. Карамзин, описывая древнерусское войско, справедливо писал: *«Народные игры и потехи донныне однообразны в землях славянских: борьба, кулачный бой, беганье взапуски, остались памятником их древних забав, представляющих нам образ войны и силы»*. Основу средневекового русского войска составляла пехота. Ее значительной частью являлось ополчение. Народные

массы с древности проходили обучение основам строя и ведения боя в народной игре «стенка на стенку», имеющей прямые параллели с воинским искусством. Важной составляющей физической культуры Древнерусского государства является культовый характер, то есть влияние язычества на образ жизни славян. Согласно такому укладу жизни воин Руси должен быть сильным, ловким, быстрым. В течение года проводилось множество языческих праздников и гуляний, в том числе поединки. Именно во время таких праздников устраивались тренировочные бои и поединки. Таким образом, у славян в течение года проходило несколько таких поединков, что давало возможность воинам дополнительно проверить свои силы, а также возможность тренироваться и отрабатывать в ходе поединка манёвры. Исходя из этого, большая часть мужского населения имела представление о кулачном бое, о его особенностях, манёврах и приемах уже в повседневное время. Данное явление благоприятно влияло на защитные функции рода, племени, государства, так как в случае угрозы, мужчина смог встать на защиту личных и государственных интересов.

Физическая подготовка будущих воинов начиналась с детства. Первым этапом в становлении мужчины было посвящение, переход из возраста младенчества в состояние ребёнка (отрока) – в 2-3 года. Этот рубеж был отмечен постригом и сажанием на коня. Это был очень важный психологический рубеж, он создавал в мальчиках особый настрой, закладывал основные принципы бытия. Мальчиков настраивали на то, что они защитники своей семьи, общины, города, области, всего государства. Тренировочный процесс был изнурителен и сложный. Начальная подготовка начиналась из индивидуальной подготовки, то есть отрабатывалась стойка в нападении и в защите, удары руками, ноги, головой. Очень важное внимание было акцентировано на боевой стойке воина, так

как правильно поставленная стойка обеспечивала защиту и правильные и сильные удары нападения. Удары отрабатывались на манекенах, состоящие из длинной, воткнутой в землю палки, к которой с помощью веревки было привязано сено, поверх всего была натянута льняная рубаша. После отработки ударов и правильно поставленной стойки будущий воин переходил к более сложным упражнениям, например, кулачный поединок с ребенком постарше. Задача обучаемого состояла в определении слабых мест соперника и угадывании ударов. Одновременно начинались практические упражнения на тренажёрах и на полосах препятствий. Тренажёры служили для развития и наращивания мышечной массы, а также для укрепления мышц. К известным древнерусским тренажёрам относится «правило». Состоял данный тренажёр из четырёх деревянных столбов, которые вбивались в землю. На концах столбов делали надрезы, куда привязывалась веревка. Тренирующего за руки и ноги привязывали к этим столбам и растягивали. С помощью данного тренажёра славяне растягивали и укрепляли мышцы тела, придавая им физические нагрузки. Важным составляющим набора физической массы был рацион питания. Рацион воина, как правило, состоял из мяса, хлеба и каши. Каши базировались из цельного, очищенного от шелухи, зерна овса. Так в каше из овса содержатся марганец, селен, фосфор, магний, цинк, витамин Е, каротиноид и флавоноид. Марганец,

например, важен для здорового роста, развития и метаболизма, фосфор незаменим для здоровья костей, медь считается полезной для сердца, а железо предотвращает анемию. Селен также является важным антиоксидантом, от которого зависит иммунитет. Таким образом, каша, приготовленная на воде, обладала целебными свойствами, избавляя организм воинов от шлаков, холестерина и токсичных веществ. Не даром с древних времен до нас дошла поговорка «каша – сила наша!».

Подводя итог проведенному анализу, можно сделать вывод о том, что в Древнерусском государстве уделялось пристальное внимание физической подготовке воинов и физическому развитию мужского населения государства. Физическая подготовка складывалась из стабильных тренировочных процессов как в одиночной подготовки, так и в коллективной. Однако, кроме физической тренировочной программы, которая предусматривала развитие мышечной силы, воины изучали тактическую подготовку, которую в дальнейшем отрабатывали на разных тренировочных поединках. На осознанный выбор занятия физической культуры повлияли языческий фактор, мотивирующий славян быть сильными и ловкими, а также территориальный фактор государства, раскрывающий необходимость защиты государственных интересов.

Список литературы:

1. Борисов А.А., Курмышев В.М. Военная безопасность России: взгляд в будущее: Материалы 7-й Международной межведомственной научно-практической конференции научного отделения №10 Российской академии ракетных и артиллеристских наук. Москва, 17 марта 2022 года: в 3т./Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия Генерального штаба Вооружённых Сил Российской Федерации». — Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022;

2. Логинов Р.Г., Крючков В.В. История становления боевых систем рукопашного боя. Научно-методический электронный журнал Концепт. 2014. № Т26. С. 411-415;
3. Белов А.К. Кулачное дело на великой Руси. Сер. Русская традиция, 2003;
4. Афонин М. А. Поэтапное формирование двигательных навыков рукопашного боя у юных спортсменов / М. А. Афонин, Т. В. Михайлова // Физ. культура: воспитание, образование, тренировка. — 2013. — № 1. — С. 38;
5. Ярмач А.А., Грачев А.С. История развития и становления спортивного народного состязания «русская стенка». Научный журнал Дискурс. 2017. № 7 (9). С. 76-87;
6. Бажов П. П. Широкое плечо. ЛитРес, 2020;
7. Лисовол В.В., Гизатулина А.А. Традиционная русская система подготовки к рукопашному бою и её использование в современной России. В сборнике: Государственное регулирование социально-экономических процессов региона и муниципалитета: вызовы и ответы современности. сборник научных трудов магистрантов и преподавателей. Челябинск, 2020. С. 300-306;
8. Камнев Р.В., Карасев А.Г. Этапы становления и развития боевых систем рукопашного боя. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 6 (124). С. 87-90.