

Издается с ноября 2016 года

«ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»

Научный журнал

№1(39) 2026 год

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» № 1(39)		Contents of the journal «MILITARY ENGINEER» № 1(39)	
Содержание	1	Contents	
Редакционная коллегия	3	Editorial Board	
Значимые даты и события	4	Significant dates and events	
<i>Кириленко В.И., Путилин П.А.</i>	4	<i>Kirilenko V.I., Putilin P.A.</i>	
К 90-летию со дня рождения профессора Лямаева Бориса Федоровича		On the 90th Anniversary of the Birth of Professor Boris Fedorovich Lyamaev	
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения		Design, construction and reconstruction of military facilities	
<i>Коновалов В.Б., Саркисов С.В.</i>	6	<i>Konovarov V.B., Sarkisov S.V.</i>	
Строительство инфраструктуры для сил самообороны Японии		Construction of infrastructure for the Japan self-defense forces	
<i>Бирюков Д.В.</i>	17	<i>Biryukov D.V.</i>	
Концептуальные основы совершенствования системы организации восстановления объектов незавершенного строительства		Conceptual foundations for improving the system of organizing the restoration of unfinished construction projects	
<i>Сажин К.А.</i>	25	<i>Sazhin K.A.</i>	
Математическая модель процессов возгорания и повреждения нижележащего кабеля при пожаре и его возгорания при дальнейшей эксплуатации с учетом поправочного коэффициента термического старения полиэтиленовой изоляции кабеля.		A mathematical model of the processes of ignition and damage to the underlying cable in case of fire and its ignition during further operation, taking into account the correction factor of thermal aging of polyethylene cable insulation.	
<i>Павшин А.Н., Щеглов Д.К.</i>	31	<i>Pavshin A.N., Shcheglov D.K.</i>	
Анализ и обеспечение нормативных показателей качества электроэнергии в системах внутреннего электроснабжения специальных объектов Министерства обороны Российской Федерации		Analysis and ways to ensure compliance with the regulatory requirements for electricity quality indicators for the internal power supply systems of special facilities of the Ministry of Defense of the Russian Federation	
<i>Саркисов С.В., Кизжаев П.В., Галицын К.Н.</i>	46	<i>Sarkisov S.V., Kizhaev P.V., Galitsyn K.N.</i>	
К вопросу распределения производственных ресурсов при планировании эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры		The issue of allocating production resources within planning the operation of military facilities	
<i>Бокарев М.А., Кириленко В.И., Лопатин С.А.</i>	54	<i>Bokarev M.A., Kirilenko V.I., Lopatin S.A.</i>	
Роль медицинской и инженерной служб в профилактике в XIX и первой половине XX века водных инфекций, связанных с военными конфликтами		The role of medical and engineering services in the prevention of waterborne infections associated with military conflicts in the 19th and first half of the 20th century	
Теория воинского обучения и воспитания	61	Theory of military training and education	
<i>Поминова О.Л., Мамаев О.А.</i>	61	<i>Pominova O.L., Mamaev O.A.</i>	
Педагогические стратегии противодействия идеологии терроризма		Pedagogical strategies for countering the ideology of terrorism	
<i>Обыденникова Ю.С., Цыпнятов В.Б.</i>	68	<i>Obydennikova Ju. S., Tsypnyatov V.B.</i>	
Методика реализации интегративной модели подготовки специалистов связи в военном вузе на основе комплексного применения информационных компьютерных технологий		Methodology for implementing an integrative model of communication specialists training in a military university based on information computer technologies	
<i>Саркисова Е.А.</i>	77	<i>Sarkisova E.A.</i>	
Методология исследования преемственности профессиональной подготовки в системе «военный технический вуз – адъюнктура»: сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта		Methodology for researching the continuity of professional training in the «military technical university - postgraduate military course» system: a comparative analysis of domestic and foreign experience	
<i>Е.В.Максимова, В.А. Митрахович, А.Н. Печников</i>	86	<i>E.V.Maksimova, V.A. Mitrakhovich, A.N. Pechnikov</i>	
О смысловой сущности понятия «профессиональная компетентность специалистов ВМФ»		On the semantic essence of the concept of «professional competence of Navy specialists»	

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» № 1(39) Военная история		Contents of the journal «MILITARY ENGINEER» № 1(39) Military history	
<i>Курмышов В.М., Рыбицкий В.А.</i>	94	<i>Kurmyshov V.M., Rybitsky V.A.</i>	
Роль 7-й отдельной железнодорожной ордена Трудового Красного Знамени бригады в послевоенном восстановлении Московско-Курской, Московско- Донбасской, Сталинской железных дорог		The role of the 7th Separate Railway Brigade of the Order of the Red Banner of Labor in the post-war restoration of the Moscow-Kursk, Moscow-Donbas, and Stalin Railways	
<i>Китаев А.В., Бакланов Д.В.</i>		<i>Kitaev A V., Baklanov D. V.</i>	
Модель расчета остаточной скорости поражающего элемента в виде шара при преодолении снежной преграды с градиентными физико-механическими характеристиками		A model for calculating the residual velocity of a striking element in the form of a ball when overcoming a snow barrier with gradient physico- mechanical characteristics	
Сведения об авторах	104	Information about the authors	

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

Председатель редакционной коллегии

Коновалов Владимир Борисович, доктор экономических наук, профессор;

Заместитель председателя редакционной коллегии

Кащеев Роман Леонидович, доктор технических наук, доцент;

Члены редакционной коллегии

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

Антонович Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент;

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей Школы РФ;

Борисов Алексей Александрович, кандидат технических наук, профессор;

Ваучский Михаил Николаевич, доктор технических наук, профессор;

Гуков Дмитрий Васильевич, доктор технических наук, профессор;

Даутова Ольга Борисовна, доктор педагогических наук, профессор;

Дружинин Пётр Владимирович, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ;

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук, профессор;

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор;

Изонов Виктор Владимирович, доктор исторических наук, профессор;

Казаков Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор;

Крисковец Татьяна Николаевна, доктор педагогических наук, доцент;

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук, профессор;

Махонько Виктор Петрович, доктор военных наук, профессор;

Мильбах Владимир Спартакович, доктор исторических наук, профессор;

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

Путилин Павел Александрович, кандидат технических наук;

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук, профессор;

Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор;

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор;

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук профессор, 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).

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

Выпускающий редактор: Путилин П.А.	Сдано в набор 18.03.2026	Бумага типографская
Редактор текстов на английском языке: Путилин П.А.	Подписано в печать 20.03.2026	Печать цифровая
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Путилин П.А.	Формат бумаги 60×90 1/8	Заказ № 1/26
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, №1(39)

Кириленко В.И., Путилин П.А.
Kirilenko V.I., Putilin P.A.

К 90-летию со дня рождения профессора Лямаева Бориса Федоровича

On the 90th Anniversary of the Birth of Professor Boris Fedorovich Lyamaev



Курсант 1 курса

22 марта 2026 года своё 90-летие отпраздновал бы видный ученый, специалист в области водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии, защиты инженерных систем объектов военной и гражданской инфраструктуры, вдумчивый исследователь и прекрасный педагог, человек редких душевных качеств, наш замечательный Учитель – Лямаев Борис Федорович (22.03.1936 – 7.12.2012).

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

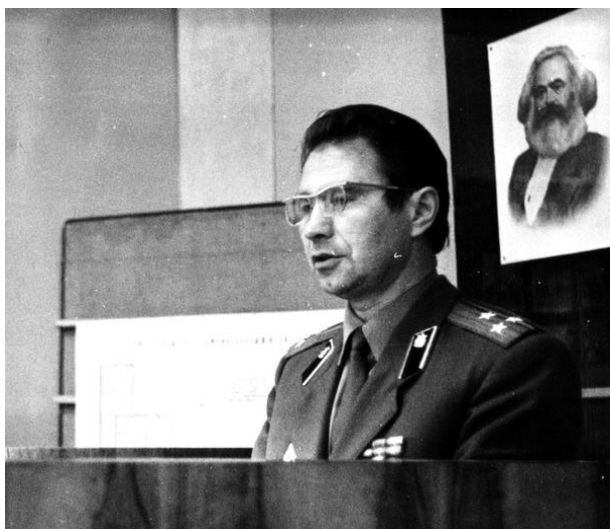
За эти работы Борис Фёдорович был удостоен благодарности Председателя Совета Министров СССР. В 1966 году он поступил в адъюнктуру по кафедре водоснабжения и канализации ВВИТКУ, а уже 1968 году блестяще защитил кандидатскую диссертацию. Уже в следующем году ему было присвоено ученое звание доцента. С 1968 по 1978 гг. Борис Фёдорович служил на должностях преподавателя и старшего преподавателя кафедры водоснабжения и канализации ВВИТКУ и ЛВВИСКУ. В сентябре 1978 года полковник Лямаев Б.Ф. был назначен начальником кафедры и прослужил в этой должности до 1994 года. Продолжая активно и плодотворно заниматься научной деятельностью, в 1982 году он защитил докторскую диссертацию, а в 1984 году стал профессором.



На Семипалатинском полигоне



В Чернобыле



Выступает на конференции проектировщиков в г. Тбилиси

В 1987 году принимал участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Борис Фёдорович являлся ветераном подразделений особого риска. Создал научную школу и подготовил для нашего военного ВУЗа и других высших учебных заведений целую плеяду молодых дипломированных учёных. Избирался академиком Жилищно-коммунальной академии РФ и Международной

энергетической академии, долгие годы являлся советником Российской академии архитектуры и строительных наук. В 1994 году, уволившись в запас, продолжил свою многогранную деятельность в должности профессора кафедры водоснабжения и канализации ВИСИ (ВИТУ).

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

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

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

Строительство инфраструктуры для сил самообороны Японии

Construction of infrastructure for the Japan self-defense forces

Аннотация. В статье рассматривается процесс строительства инфраструктуры для Сил самообороны Японии. Основное внимание уделено деятельности Региональных управлений обороны – органов управления по строительству, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту объектов и систем имущественного комплекса Министерства обороны Японии.

Abstract. The article examines the process of infrastructure construction for the Japan Self-Defense Forces. The primary focus is on the activities of the Regional Defense Bureaus – the management bodies responsible for the construction, operation, maintenance, and repair of facilities and systems within the Japan Ministry of Defense's property complex.

Ключевые слова: Агентство оборонных объектов, Управление материально-технического обеспечения и инфраструктуры, Региональные управления обороны, Общественная ассоциация по содействию укреплению оборонных объектов, финансирование строительства оборонных объектов.

Key words or phrases: Defense Facilities Agency, Logistics and Infrastructure Management Department/Directorate, Regional Defense Directorates, Public Association for the Promotion of Defense Facility Strengthening, Defense Facility Construction Funding.

В Японии органы строительства военной инфраструктуры возникли задолго до создания самих Сил самообороны.

Так, 10 мая 1947 года по требованию США в Японии принимается Закон № 78 о создании Управления специальных закупок в качестве государственной корпорации, которому поручалось обеспечение и управление объектами (землей, зданиями и сооружениями), материалами и услугами, необходимыми оккупационным войскам США и их союзников.

С 1 июня 1949 года, в связи с учреждением Кабинета министров, Управление специальных закупок теряет статус юридического лица и становится государственным административным учреждением.

В Японии предпринимаются первые шаги по возрождению своих вооруженных сил. Так, 10 августа 1950 года создается Резервный полицейский корпус численностью 75 тыс. человек.

В том же году Министерством земледелия и лесоводства Японии создается Молодежный корпус развития промышленности для строительства и восстановления разрушенных объектов. В 1952 году, после создания общей системы комплектования личным составом (по 500 юношей призывного возраста от префектуры) и оснащения строительной техникой, введения форменной одежды, создания учебного центра и утверждения учебных программ, подразделения корпуса превратились в аналог военно-строительных частей [1].

С 1 апреля 1952 года Управление специальных закупок переименовали в Управление по закупкам.

С 1 августа 1952 года вместо Резервного полицейского корпуса создаются Национальные силы безопасности численностью до 110 тыс. человек [2]. Одновременно с этим создается Строительное управление (Центральное строительное управление и региональные строительные управления), которому поручалось приобретение, строительство и управление объектами (землей и зданиями) Национальных сил безопасности.

В марте 1954 года Япония заключает с США договор о военной помощи [3]. С 1 июля 1954 года учреждается Агентство национальной обороны. Строительное управление становится его вспомогательным органом с прежними задачами. С 1 августа 1954 года Национальные силы безопасности Японии преобразуются в Силы самообороны Японии [4].

С 1 августа 1958 года Управление по закупкам переводится из непосредственного подчинения премьер-министру в ведение Агентства национальной обороны.

С 1 ноября 1962 года в результате слияния с Управлением по закупкам Строительное управление становится Управлением оборонных объектов.

Что касается преимуществ слияния, то с точки зрения операционной деятельности это позволило интегрировать различные задачи, связанные с объектами Сил самообороны, объектами американских войск и совместными объектами, а также способствовало дальнейшему совершенствованию законодательства, такого как Закон о развитии прилегающих территорий и Закон о развитии бытовой среды в прилегающих районах [5].

Сфера деятельности Управления стала охватывать следующие вопросы:

обеспечение гармонии между строительством и эксплуатацией оборонных объектов и безопасной жизнью местных жителей;

проблемы перепрофилирования американских военных полигонов и других объектов под нужды Сил самообороны в связи с сокращением численности войск США и увеличением численности Сил самообороны;

вопросы управления трудом работников, занятых на базах оккупационных войск;

проблемы, связанные с обеспечением прав на использование объектов и территорий, а также с реорганизацией и объединением объектов и территорий в префектуре Окинава;

вопросы распределения расходов на содержание американских войск на территории Японии;

проблемы реорганизации американских войск на территории Японии;

реагирование на инциденты и несчастные случаи, связанные с американскими войсками на территории Японии [6].

В связи с возвращением Окинавы Японии 15 мая 1972 года создается Управление оборонных объектов в городе Наха. С этого момента на Окинаве начинают осуществляться различные меры по устранению проблем вокруг военных баз, а также выплаты арендной платы за реквизируемые земли для военных нужд вооруженных сил США.

В январе 2006 года разразился скандал – инцидент с воспрепятствованием проведению торгов в Управлении оборонных объектов. В ответ на это Агентство национальной обороны решило интегрировать Управление оборонных объектов в свое непосредственное подчинение.

С 9 января 2007 года Агентство национальной обороны реорганизуется в Министерство обороны, а Управление оборонных объектов становится его внешним органом (рисунок 1). Происходит реорганизация структурных подразделений управления. Упраздняются отдел архитектуры, отдел гражданского строительства, отдел оборудования и офицер по связи. Вместо них создаются отдел планирования строительства, отдел технических исследований, отдел управления техническими процессами и офицер по информации строительства.



Рисунок 1. Район Ичигая в Токио, где располагалось Управление оборонных объектов

С 1 сентября 2007 года, в связи с вступлением в силу «Закона о внесении изменений в Закон об учреждении Министерства обороны и Закон о Силах самообороны» № 80 от 8 июня 2007 года, Управление оборонных объектов упраздняется. Его функции в основном передаются Управлению по сотрудничеству с местными органами власти и Управлению материально-технического обеспечения и инфраструктуры Министерства обороны.

В настоящее время основными органами управления строительства и эксплуатации военной инфраструктуры являются Региональные управления обороны Министерства обороны Японии. Их создали 1 сентября 2007 года путем объединения региональных подразделений Управления оборонных объектов и региональных отделений и представительств Управления оборонного оборудования Министерства обороны.

Региональные управления обороны занимаются строительством оборонных объектов, используемых Министерством обороны, Силами самообороны и вооруженными силами США в Японии (рисунок 2).

В соответствии с Законом об учреждении Министерства обороны, в Региональном управлении обороны могут создаваться региональные отделения обороны. Кроме того, в Региональном управлении обороны и его региональных отделениях могут создаваться региональные представительства обороны.



Рисунок 2. Эмблема Регионального управления обороны

Дислокация и зоны ответственности Региональных управлений обороны определяются Положением об организации Министерства обороны [7]:

Региональное управление обороны Хоккайдо (город Саппоро);

Региональное отделение обороны Обихиро (Обихиро);

Региональное управление обороны Тохоку (город Сендай);

Региональное управление обороны Северного Канто (город Сайтама);

Региональное управление обороны Южного Канто (город Иокогама);

Региональное управление обороны Кинки Тюбу (город Осака);

Региональное отделение обороны Токай (Нагоя);

Региональное управление обороны Тюгоку-Сикоку (город Хиросима);

Региональное управление обороны Кюсю (город Фукуока);

Региональное управление обороны Нагасаки (Нагасаки);

Региональное управление обороны Кумамото (город Кумамото);

Региональное управление обороны Окинавы (Кадена, Нагано).

Об их организации можно судить на примере Регионального управления обороны Тюгоку-Сикоку (схема 1 и рисунок 3).



Схема 1. Организационная структура Регионального управления обороны Тюгоку-Сикоку

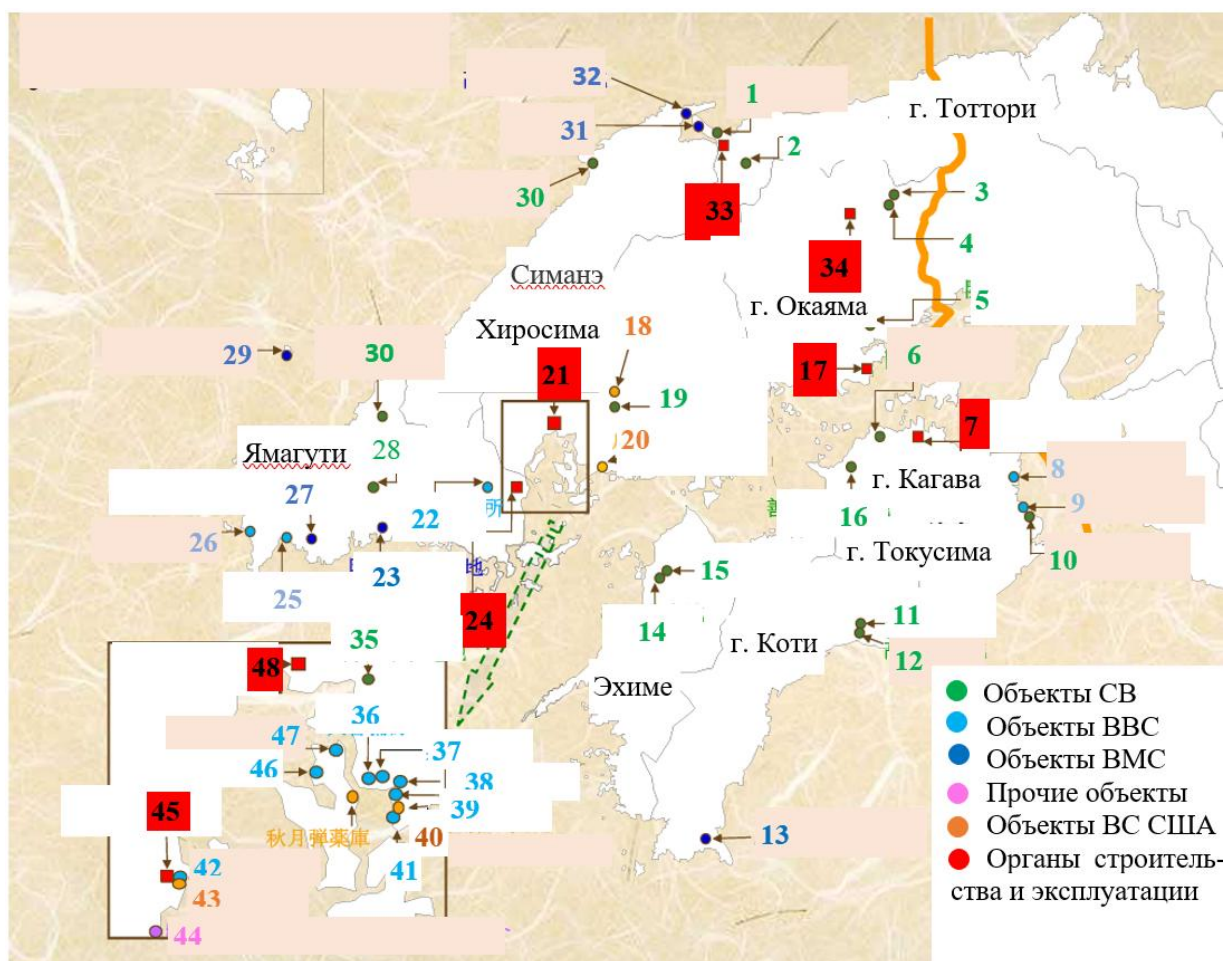


Рисунок 3. Военные объекты Сил самообороны Японии и вооруженных сил США в зоне ответственности Регионального управления обороны Тугоку-Сикоку:

1 – база Ёнай, 2 – полигон Никко, 3 – полигон Нихонбара, 4 – японский гарнизон, 5 – Управление снабжения Кансай и склад боеприпасов Санкэнья, 6 – полигон Кокубудай, 7 – *представительство обороны Такамацу*, 8 – аэродром Токусима, 9 – аэродром Комацусима, 10 – база Токусима, 11 – полигон Коти, 12 – база Кочи, 13 – военная база Тоса-Симидзу, 14 – база Мацуяма, 15 – полигон Оно, 16 – база Дзэнцудзи, 17 – *отделение обороны Тамано*, 18 – склад боеприпасов Каваками, 19 – полигон Харамура, 20 – арсенал, 21 – *Региональное управление обороны Тюгоку-Сикоку*, 22 – передающая станция Микава, 23 – базы Хофу Северная и Южная, 24 – *отделение обороны Ивакуни*, 25 – аэродром Кодзуки, 26 – база Симоносэки, 27 – радарная зона Северной базы Хофу, 28 – база Ямагути, 29 – пункт базирования Мисима, 30 – полигон Муцуми, 31 – база Михо, 32 – база Такаосан, 33 – *отделение обороны Михо*, 34 – *отделение обороны Цюума*, 35 – база Кайтаити, 36 – охранный отряд Куре, 37 – учебный отряд Куре, 38 – командование военно-морского района Куре, 39 – район причалов, 40 – шестой пирс Куре, 41 – полигон острова Карасу, 42 – авиабаза Ивакуни, 43 – аэродром Ивакуни, 44 – Исследовательский институт корабельного оборудования, 45 – *отделение обороны Ивакуни*, 46 – Первая техническая школа, 47 – склад боеприпасов Кирикуши, 48 – *отделение обороны Сикоку Китая*

Министерство обороны владеет примерно 23 000 зданий, включая административные здания и казармы (количество зданий, расположенных на военных базах и объектах, за исключением жилых помещений). Из них около 9900 зданий (примерно 40 % от общего числа), построенных до 1982 года, подпадают под действие старых сейсмических норм (рисунок 4).

В Японии стихийные бедствия происходят постоянно. Например, в результате землетрясения,

произошедшего на полуострове Ното, оказался поврежден объект Сил самообороны в городе Ваджима.

Поэтому правительство Японии сделало укрепление оборонных объектов одним из краеугольных камней безопасности страны.

С этой целью Общественная ассоциация по содействию укреплению оборонных объектов, объединяющая 68 строительных компаний, 18 компаний, производящих оборудование, 30 компаний, консультирующих строительство,

48 прочих производственных компаний и 253 компании-филиала, участвует в техническом обслуживании оборонных объектов [8].



Рисунок 4. Реконструкция служебного жилья на военной базе Тагадзё

Согласно техническому руководству № 3531 от 19.09.2001 года, при проектировании военной инфраструктуры учитываются назначение и использование проектируемых объектов, а также окружающая среда, будущие планы и т.д. в данном районе.

Планирование размещения осуществляется рационально, исходя из плана строительства в данном районе, с учетом характеристик места строительства, взаимосвязи с другими объектами, использования земли, включая окружающую территорию. На основе плана изучается масштаб, тип, размещение и форма объектов для создания благоприятной среды в будущем.

При планировании инженерных коммуникаций, таких как электричество, водоснабжение и канализация, газ, телефон и т.д., изучается фактическое состояние и пропускная способность объектов снабжения и обработки в месте строительства и его окрестностях, рассматривается необходимость их развития и расширения для надлежащего обеспечения (рисунок 5).

Обязательно рассматривается проект с точки зрения предотвращения последствий стихийных бедствий, таких как аномальные погодные явления, землетрясения, цунами, пожары и т.д.

Строительные материалы выбираются с учетом действующих нагрузок, формы, метода строительства, срока службы,

экономической эффективности и т.д. и соответствующие японским промышленным стандартам или имеющие качество, равное или превосходящее их. По возможности используются готовые изделия, с учетом их характеристик, цены и рыночной доступности.



Рисунок 5. Обслуживание резервной генераторной установки в госпитале Сендай

Тип конструкции объекта выбирается на основе условий проектирования, с учетом экономической эффективности, устойчивости, воздействия на окружающую среду, сроков строительства и простоты обслуживания и ремонта (рисунок 6) [9].



Рисунок 6. Построенный склад учебного оборудования на военной базе Корияма

При заключении Региональными управлениями (отделениями) обороны с внешними подрядчиками договоров на строительные работы, надзор над ними направлен на обеспечение точности и бесперебойности выполнения этих задач.

На крупных строительных площадках, определенных директором регионального управления обороны с учетом общего масштаба, сроков и сложности строительства, назначается инспектор по надзору за строительством на данной площадке.

Перед началом строительных работ инспектор по строительству проводит совещание с подрядчиком по вопросам координации смежных работ и подготовки к строительству.

Если инспектор по строительству признает, что представитель подрядчика на стройплощадке явно непригоден для выполнения строительных работ, он вправе потребовать от подрядчика принять необходимые меры, указав причины в письменной форме.

Ежемесячно подрядчик отчитывается о ходе выполнения работ, отчет оперативно проверяется и представляется ответственному лицу за осуществление финансирования данного строительства.

Если работы завершаются после истечения установленного срока, детально расследуются причины и определяется количество дней задержки по вине подрядчика. Результаты расследования представляются ответственному лицу за осуществление финансирования данного строительства.

Получив от подрядчика предложение о расторжении договора на выполнение строительных работ, инспектор по строительству составляет свое заключение о необходимых мерах и незамедлительно сообщает об этом ответственному лицу за осуществление финансирования.

При обнаружении несоответствия проектной документации и состояния фактических дел на строительной площадке, неясностей в проектной документации или иных обстоятельств, делающих выполнение работ невозможным или чрезвычайно затруднительным согласно проектной документации, инспектор по строительству при необходимости дает подрядчику указания о необходимых мерах в письменной форме.

Когда строительные материалы, указанные в проектной документации как подлежащие проверке перед использованием, доставляются на строительную площадку, обязательно проверяется их качество. Строительные материалы, не прошедшие проверку, незамедлительно вывозятся со строительной площадки и заменяются на качественные.

В случае утраты или повреждения предоставленных в пользование или

выданных материалов по вине или небрежности подрядчика, от него требуют поставки взамен утраченных или поврежденных материалов или возмещения ущерба.

При получении от подрядчика уведомления о размере ущерба, причиненного стихийными бедствиями или другими форс-мажорными обстоятельствами выполненной части работ, строительным материалам, временным сооружениям и строительному оборудованию, проводится расследование фактического положения дел и представляется в установленном порядке лицу, ответственному за осуществление финансирования строительства [10].



Рисунок 7. Модернизация системы циркуляции и фильтрации на военной базе Фукусима

В рамках правительственных мер 4 октября 2013 года создается Координационный совет по вопросам продвижения мер по борьбе со старением инфраструктуры. В том же году разрабатывается «Основной план по продлению срока службы инфраструктуры», охватывающий широкий спектр объектов, поддерживающих жизнь граждан и всю социально-экономическую деятельность, и определяющий стратегические направления в области технического обслуживания и модернизации (рисунки 7, 8, 9).

В плане развития Сил самообороны с 2023 финансового года, для предотвращения снижения функциональности объектов Сил самообороны в случае крупных стихийных бедствий, реализуются меры по борьбе со стихийными бедствиями, такими как цунами, начиная с гарнизонов и баз,

которые несут значительные предполагаемые риски и имеют важное оперативное значение. Для адаптации и реагирования на различные проблемы, связанные с изменением климата, и для точного выполнения задач и функций осуществляется укрепление объектов и инфраструктуры гарнизонов и баз.



Рисунок 8. Эксплуатация топливных резервуаров на базе Касумимэ

В плане Министерства обороны по обеспечению долговечности инфраструктуры на период с 2023 по 2027 год, предусмотрено ускорить инвестиции в укрепление основных оборонных объектов. С этой целью укрепляются основные подземные командные пункты, осуществляется перемещение и консолидация баз и гарнизонов, принимаются меры противодействия цунами и по улучшению окружающей среды вокруг военных объектов.

Таким образом, происходит продвижение перехода от реактивного обслуживания к профилактическому, что позволяет сократить среднесрочные и долгосрочные расходы на техническое обслуживание и модернизацию, а также стабилизировать бюджет.

В рамках Плана развития оборонного потенциала для централизованного и эффективного проведения модернизации многочисленных объектов Сил самообороны проводятся оптимизационные исследования на военных базах и объектах. После изучения и оценки текущего состояния объектов разрабатываются планы модернизации с целью поэтапного осуществления [11].



Рисунок 9. Ремонт дока в городе Муцу, префектура Аомори

Расходы на инфраструктуру Министерства обороны в 2025 финансовом году составили:

1. Укрепление инфраструктуры: около 857,1 млрд иен (рост примерно в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом, когда выделялось около 631,3 млрд иен).

2. Обновление существующей инфраструктуры: около 325,5 млрд иен. Предпринимаются меры по укреплению конструкций зданий, реорганизации и укрупнению объектов для повышения их устойчивости к износу, сейсмическим воздействиям и обеспечения защиты.

3. Подземное размещение основных командных пунктов и других объектов: около 93,2 млрд иен. Происходит перевод основных командных пунктов под землю, создание разнесенных площадок для самолетов и меры по защите от электромагнитного импульса.

4. Меры по противодействию стихийным бедствиям: около 10,3 млрд иен. Реализуются меры по предотвращению затоплений и обрушений склонов для поддержания и усиления функциональности объектов в случае крупномасштабных стихийных бедствий.

5. Строительство складов боеприпасов: около 35,8 млрд иен. Ведется возведение новых складов, необходимых в связи с приобретением различных видов боеприпасов.

6. Строительство объектов в связи с формированием новых подразделений и внедрением нового оборудования: около 392,3 млрд иен.

Строительство объектов для объединения и совместного обучения Высшей инженерной школы Сухопутных войск самообороны: 31 млрд иен.

Строительство объектов в районе Сасэбо Морских сил самообороны: 36 млрд иен.

Строительство объектов для размещения мобильных радаров дальнего радиолокационного обнаружения и управления и другого оборудования на острове Кита-Дайто Джими Военно-воздушных сил самообороны: 6,5 млрд иен.

Создание многофункционального оборонительного комплекса в районе Курэ: 0,5 млрд иен [12].

Например, завершилось строительство ракетной базы на острове Миякодзима, расположенного на полпути между островом Окинава и Тайванем (рисунок 10).



Рисунок 10. Строительство ракетной базы Сил самообороны на острове Миякодзима, префектура Окинава

В целях последовательного продвижения проектов по оптимизации в соответствии с Планом развития оборонного потенциала строительство объектов равномерно распределилось в течение трех лет (20 заказов в 2024 финансовом году, 20 заказов в 2025 финансовом году и 30 заказов с 2026 финансового года).

С учетом ситуации с заказами в 2024 финансовом году, для повышения конкуренции, после принятия мер по обеспечению целостности проектных работ, планируется разделить и заказать те части, которые можно разделить (рабочее проектирование отдельных зданий).

Метод «проектирование и строительство в одном пакете» применяется только для объектов, где строительство и проектирование тесно связаны, и не применяется для обычных объектов, таких как казармы и административные здания (рисунок 11).

В то же время, при проектировании работ по реконструкции, сносу и возведению временных сооружений,

Сухопутные силы самообороны имеют там от 700 до 800 военнослужащих, зенитные и противокорабельные ракеты для противодействия ВМС и ВВС Китая в Восточно-Китайском море [13].

За последние три года общее количество проектов по методу ECI (Early Contractor Involvement) – метод в строительстве, при котором подрядчик привлекается на ранней стадии проекта для участия в этапе проектирования), составило до 70, и они реализуются в порядке завершения мастер-планов объектов.

включая уже заключенные контракты, проводятся мероприятия по оптимизации трудозатрат:

- пересмотр объема и количества чертежей при проектировании реконструкции и сноса;

- предоставление возможности субподряда на рабочее проектирование временных сооружений производителям сборных конструкций;

- отбор зданий для проведения сейсмологической диагностики с учетом года постройки и соответствия проектным нормам.

В части создания мастер-плана информация размещается на официальном сайте Министерства обороны. Создание мастер-планов является обязательным условием для размещения заказов на проектирование, и их разработки ведутся с учетом приоритетов.

Информация о планируемых заказах публикуется в конце декабря, после утверждения проекта государственного бюджета. Объявление о конкурсе на проектирование проводится в феврале.



Рисунок 11. Ремонт резервуара для приема воды на военной базе Фукусима

В содержании публикуемой информации о планируемых заказах стало более детальное указание масштабов объектов (менее 1000 кв. м) для небольших сооружений и более детальная разбивка ценовых диапазонов планируемых сумм (рисунок 12).

Практика установления требований к опыту участников строительства преследует цель отсеять недобросовестных и неквалифицированных подрядчиков. Поскольку выполнение работ относится к «типу Б» (разделение обязанностей), ответственность распределяется по сферам деятельности каждого участника. Поэтому считается необходимым требовать опыт от каждой компании и обеспечивать качество [14].

В 2026 финансовом году общие расходы на оборону составят 8 845,4 млрд иен (4,5 трлн рублей), из которых на развитие военной инфраструктуры

предназначены 1,1 трлн иен, включая 600 млрд иен на жилые здания и военные объекты. Предлагается продолжить реконструкцию существующих объектов, защищенных пунктов управления главного командования, улучшение хранилищ боеприпасов, улучшение условий жизни (жилые здания, специальные сооружения военных городков, беспроводная локальная сеть).



Рисунок 12. Построенный заправочный пункт на базе Тагадзё

В соответствии со Стратегией национальной безопасности, общественная инфраструктура, такая как аэропорты, морские порты и дороги, будет модернизироваться для беспрепятственного использования Силами самообороны и береговой охраной Японии.

Считается, что данные инфраструктурные изменения повышают устойчивость и жизнестойкость Сил самообороны в их деятельности.

Список литературы

1. Военные приготовления в Японии // «Известия»: газета. 1952. 19 августа (№ 196). С. 4.
2. Вооружённые силы и военная политика // Япония: справочник / Сост. В. Н. Еремин. – М.: «Республика», 1992. С. 205-212.
3. Марек Хагмайер. За союз – оружие. Двусторонние союзнические соглашения США 1950-1978. – М.: Воениздат, 1982. С. 60.
4. Raymond L. Brown, «Japan's Army and the Modern Japanese Military System», RUSI Journal, December 1978. P. 34.
5. 02. Q00...1...1...Z... URL: https://warp.da.ndl.go.jp/collections/info:ndljp/pid/11503343/www.mod.go.jp/j/profile/choushi/choushi_pdf/key1.pdf (дата обращения 12.12.2025).
6. 防衛省・自衛隊：防衛施設庁史 URL: <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11502835/www.mod.go.jp/j/profile/choushi/index.html> (дата обращения 14.12.2025).
7. 防衛省・自衛隊：地方防衛局 URL: <https://www.mod.go.jp/rdb/> (дата обращения 14.12.2025).
8. 協会概要 | 一般社団法人防衛施設強化推進協会 URL: https://df-kyoujinka.or.jp/outline/#index_id0 (дата обращения 22.12.2025).

9. 装本技調第3531号 19. 9. 1 装備施設本部長 建設工事設計基準について（通達）
(дата обращения 19.12.2025).
10. clearing.mod.go.jp/kunrei_data/u_fd/2022/uy20230331_00002_000.pdf URL: http://www.clearing.mod.go.jp/kunrei_data/u_fd/2022/uy20230331_00002_000.pdf (дата обращения 16.12.2025).
11. infra.pdf <https://www.mod.go.jp/j/approach/chouwa/sisetsuseibi/pdf/infra.pdf> (дата обращения 15.12.2025).
12. 防衛施設の強靱化の進捗状況 令和7年度概算要求のポイント (дата обращения 25.12.2025).
13. [ルポ] 「平和の島」宮古島に建設される自衛隊軍事基地：日本・国際：ハンギョレ新聞
URL: <https://japan.hani.co.kr/arti/international/32136.html> (дата обращения 10.12.2025).
14. 防衛省との意見交換会（第4回） コンサル部門(第2回意見交換会要検討事項) 議事概要 2025年2月 一般社団法人 防衛施設強靱化推進協会

Концептуальные основы совершенствования системы организации восстановления объектов незавершенного строительства**Conceptual foundations for improving the system of organizing the restoration of unfinished construction projects**

Аннотация. В статье рассматривается система организации восстановления объектов незавершенного строительства и подходы к ее совершенствованию. Предлагается подход, основанный на взаимосвязи организационно-технических процессов восстановления, включающих анализ, консервацию, обследование, обоснование вариантов восстановления, технико-экономическую оценку и оптимизацию планирования восстановления. Автором обоснован вывод о необходимости интегрального подхода к планированию восстановления объектов, балансирующего между скоростью восстановления, экономической эффективностью и долгосрочной устойчивостью организационно-технических процессов.

Abstract. The article discusses the system of organizing the restoration of unfinished construction projects and approaches to its improvement. It proposes an approach based on the interconnection of organizational and technical restoration processes, including analysis, conservation, inspection, justification of restoration options, technical and economic evaluation, and optimization of restoration planning. The author substantiates the need for an integrated approach to the planning of restoration projects, which balances the speed of restoration, economic efficiency, and long-term sustainability of organizational and technical processes.

Ключевые слова: незавершенное строительство, восстановление, организация, система.
Keywords: unfinished construction, restoration, organization, system.

Введение

В условиях проведения специальной военной операции и санкционного давления на все отрасли экономики страны остается весьма важным вопрос национальной безопасности, в том числе строительство и реконструкция объектов военной и социальной инфраструктуры. На последней расширенной коллегии Министерства обороны РФ было объявлено, что повышение эффективности строительного и имущественного комплексов военного ведомства является одним из приоритетных направлений, основные усилия сосредоточены на сокращении незавершенного строительства и на формировании новой модели военно-строительного комплекса [4].

Однако восстановление объектов незавершенного строительства (ОНС) требует комплексного подхода, включающего консервацию, обследование, мониторинг конструкций, оценку их технического состояния, технико-экономическую оценку вариантов восстановления, планирование работ

и оптимизацию капитальных вложений для достижения максимального полезного эффекта. Восстановление и реконструкция объектов незавершенного строительства являются сложной комплексной задачей, так как эти объекты имеют дополнительные повреждения и дефекты конструкций, их восстановление затруднено из-за изменений в правовом статусе, физическом износе конструкций и ряда других специфичных факторов ОНС [3, 5, 6, 7].

Традиционные подходы к организации строительства в таких условиях оказываются мало эффективными [1, 8, 9, 10], так как практически невозможно произвести ремонтно-восстановительные работы на всех объектах сразу в ограниченный период времени (5-10 лет), производственные мощности остаются недостаточными, как и финансовое и ресурсное обеспечение. Точное сметное нормирование, линейные календарные планы и стандартные процедуры закупок не способны учесть высокую степень неопределенности и условий восстановления ОНС [13, 14]. Поэтому

совершенствование системы организации восстановления объектов незавершенного строительства становится не просто сложной организационно-технической и экономической задачей, а стратегической необходимостью для скорейшего восстановления объектов в целом по стране, и в частности в Донецкой, Луганской народных республиках, новых и приграничных территориях.

Цель статьи – систематизировать ключевые проблемы и предложить усовершенствованную систему организации восстановления объектов незавершенного строительства с учетом их специфики и технического состояния при ограниченных производственных, финансовых и временных ресурсах.

Особенности восстановления ОНС.

Восстановление ОНС, в особенности при ликвидации последствий вооруженных конфликтов (ЛПВК) принципиально отличается от нового строительства или реконструкции в обычных условиях. Ключевые специфические особенности восстановления представлены в таблице 1 [5].

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

Организационно-технические процессы восстановления ОНС

В общем виде систему организации восстановления можно представить, как взаимосвязь организационно-технических процессов общей целью которых является восстановление или реконструкция объектов незавершенного строительства. При этом в каждом процессе имеется ряд подпроцессов, взаимоувязанных между собой и влияющих на систему в целом (рисунок 1).

Для повышения эффективности и объемов восстановления необходимо рассмотреть каждый процесс организации восстановления и сформировать единый подход к совершенствованию системы восстановления в современных условиях.

Таблица 1

Особенности восстановления ОНС

№ п/п	Особенности	Описание
1.	Комплексная диагностика и остаточные риски	Объект требует не просто технического обследования, а военно-инженерной экспертизы на предмет неразорвавшихся боеприпасов, минных загрязнений, скрытых дефектов от ударных волн
2.	Правовая и документационная неопределенность	Исходная проектная документация могла быть утрачена. Могли измениться собственники, инвесторы, подрядные организации
3.	Коллапс локальной инфраструктуры	Отсутствие стабильного энергоснабжения, водоснабжения, логистических маршрутов, рабочих кадров
4.	Макроэкономическая нестабильность региона	Высокая инфляция, колебания валютных курсов, проблемы с банковской ликвидностью
5.	Острая социальная напряженность	Общественный запрос на быстрое получение результатов при ограниченности ресурсов
6.	Ограниченность капитальных вложений	Финансовые ресурсы всегда ограничены и носят целевой характер
7.	Ограниченность производственных мощностей	Невозможность строительных организаций одновременно выполнить восстановление большого количества объектов



Рис. 1 – Система организационно-технических процессов восстановления.

Первым процессом является инвентаризация и аудит всех объектов незавершенного строительства и определение из их числа n -го количества объектов пригодных для дальнейшего использования.

На первом этапе основными участниками являются представители объединений и соединений военных округов и органов военного управления, в ведении которых находятся ОНС. Координацию и управление процессом инвентаризации осуществляют управления капитального строительства.

Далее производится предварительная оценка объектов по результатам их осмотров и инвентаризации. Ключевым элементом оценки является определение возможности и целесообразности их дальнейшего восстановления или реконструкции ОНС.

Так как техническое состояние конструкций ОНС подвергается физическому и моральному износу и подвержено образованию разрушений и повреждений необходимо на первом этапе

осуществить мероприятия по консервации объектов, если такие мероприятия не были проведены ранее или утратили свои защитные свойства. Стоит отметить, что здесь наиболее перспективным является защита железобетонных конструкций от коррозии арматуры на длительный период времени при консервации ОНС для снижения физического износа и уменьшения дефектов, приводящих к снижению несущей способности и ухудшению категории технического состояния зданий и сооружений в целом [12].

Так же необходима проработка организационно-технических вопросов по консервации ОНС и организации взаимодействия всех участников данного процесса, например, в соответствии со стандартом организации СТО 44048433-1003-2024 «Консервация зданий и сооружений. Общие правила».

Блок-схема последовательности первого этапа системы организации восстановления ОНС представлена на рисунке 2.

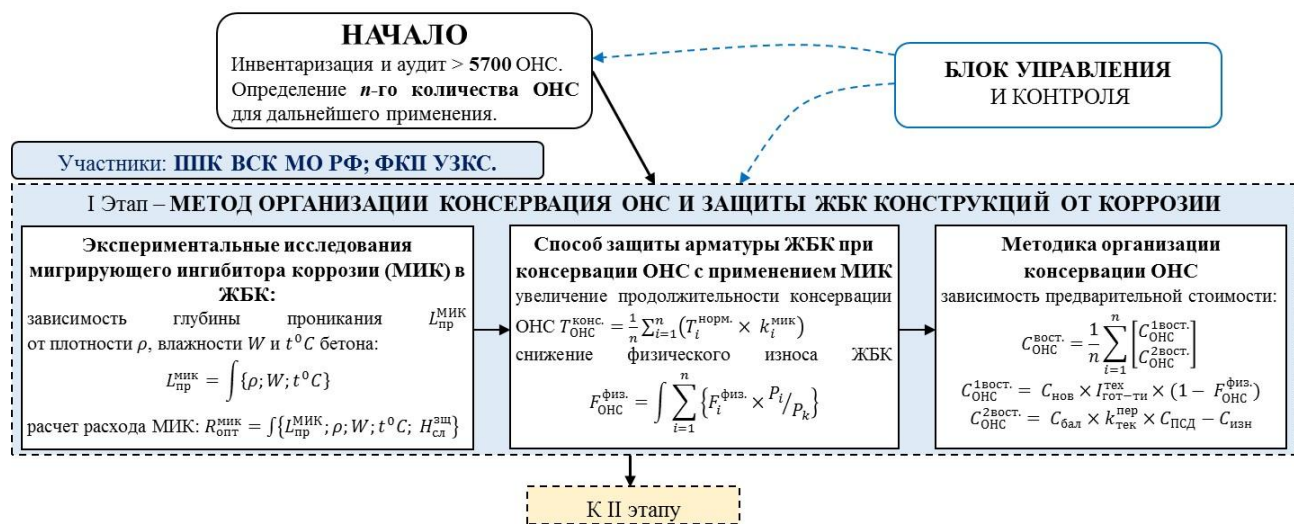


Рис. 2 – Блок-схема последовательности I этапа системы организации восстановления ОНС

Результатом первого этапа являются увеличение продолжительности периода консервации, снижение количества дефектов и величины физического износа, а также предварительная оценка стоимости восстановления по каждому объекту незавершенного строительства.

На втором этапе из перечня отобранных объектов для восстановления и реконструкции в текущем периоде необходимо произвести отбор приоритетных и наиболее значимых объектов для определения категории их технического состояния методами обследования и мониторинга в соответствии с ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» и ГОСТ Р 57793-2024 «Гидравлические и гидроаккумулирующие электростанции. Гидротехнические сооружения. Мониторинг и оценка технического состояния в процессе эксплуатации. Основные положения».

Крайне важно на данном этапе получить достоверные данные о техническом состоянии конструкций для последующей их оценки и обоснования варианта восстановления или реконструкции. Необходимо определить комплексный показатель физического износа, долю поврежденных конструкций и предварительную стоимость их восстановления, оценить моральный износ и рассчитать общую восстановительную стоимость, при необходимости применить системы мониторинга технического состояния конструкций для более точного и детального исследования.

На третьем этапе проводится оценка полученных данных о техническом состоянии ОНС, а также обоснование и выбор оптимального варианта восстановления и/или реконструкции для каждого объекта.

Для каждого варианта восстановления и реконструкции ОНС рассчитывается векторная оценка варианта по комплексу показателей с учетом области ограничений и технического состояния, производится расчет основных параметров, необходимых для вовлечения в инвестиционно-строительный проект, оцениваются локальные и глобальные приоритеты до достижения максимальных значений, что соответствует оптимальному варианту восстановления и реконструкции для данного объекта незавершенного строительства.

Блок-схема последовательности второго и третьего этапов системы представлена на рисунке 3.

На четвертом этапе проводится технико-экономическая оценка эффективности восстановления из отобранных вариантов всех объектов незавершенного строительства по военно-политическим, организационно-техническим и военно-экономическим критериям.

При положительной технико-экономической оценке производится дальнейшее рассмотрение объектов на пятом этапе системы. При отрицательной оценке варианта восстановления ОНС необходимо или включить объект в план консервации для последующего восстановления и переоценки его технического состояния, и/или

рассмотреть другие варианты его восстановления и реконструкции.

Если вариант восстановления повторно оценивается отрицательно

и признан не эффективным, то он включается в перечень ОНС, не пригодных для использования для последующего демонтажа и/или сноса.

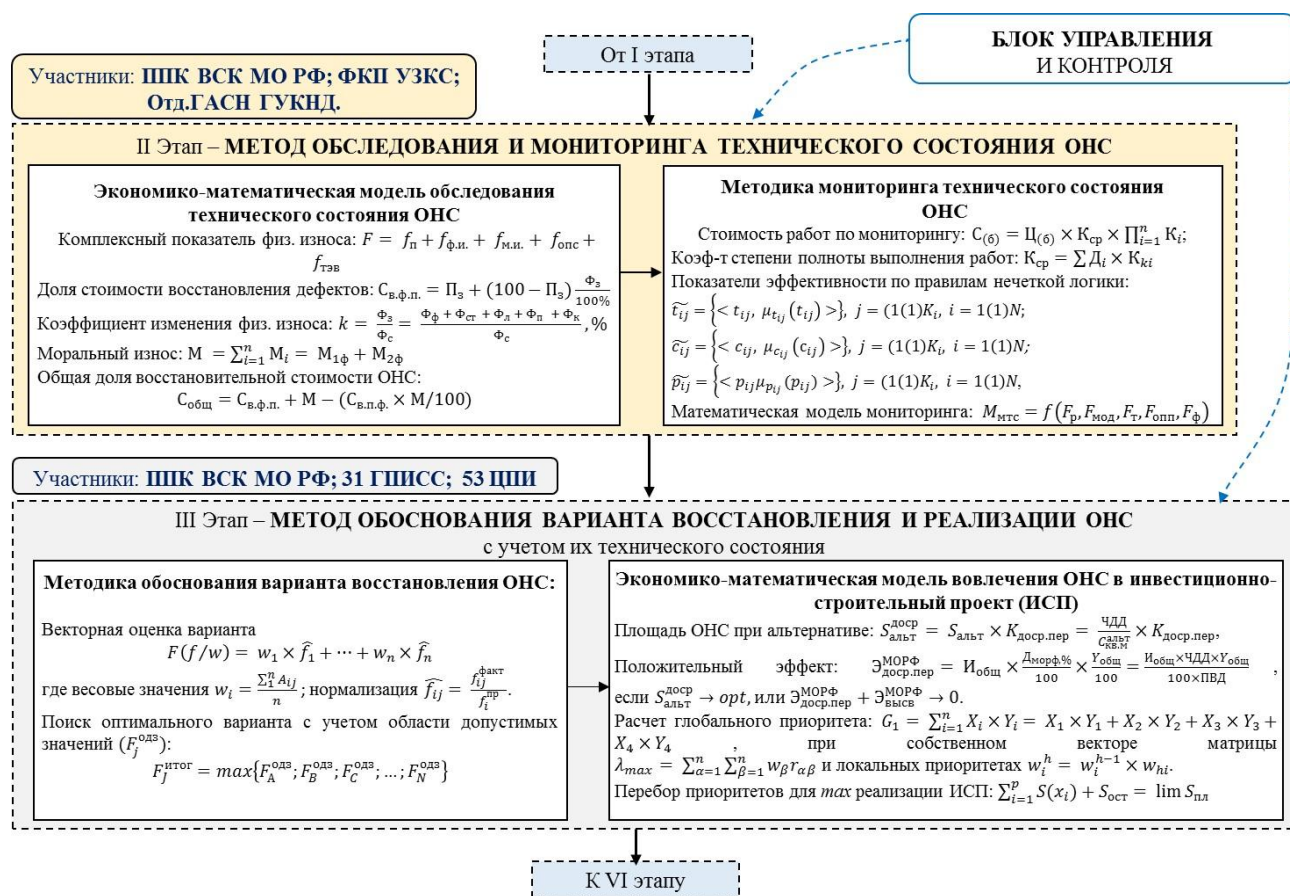


Рисунок 3 – Блок-схема последовательности II и III этапов системы организации восстановления ОНС

На пятом этапе системы организации восстановления ОНС проводится оптимизация планирования последовательности восстановления отобранных вариантов ОНС и распределение капитальных вложений для реализации плана восстановления [2, 11].

В данном этапе системы производится расчет целевой функции оптимизации последовательности восстановления методом ветвей и границ по критерию прироста удельной стоимости комплексного показателя полезной характеристики варианта восстановления объекта незавершенного строительства, а также производится расчет обобщенного целевого показателя восстановления ОНС.

Последовательность проведения этапов оценки и оптимизации планирования восстановления ОНС представлена на рисунке 4.

Таким образом после максимизации обобщенного целевого показателя восстановления ОНС формируется План-график восстановления и реализации объектов незавершенного строительства с оптимальными вариантами их восстановления и реконструкции, распределением по очередности ввода в эксплуатацию, необходимыми капитальными вложениями, распределёнными по годам выполнения ремонтно-восстановительных работ (рисунок 5). Далее корректировка плана осуществляется только графиками выполнения работ и поставкой материалов и оборудования.

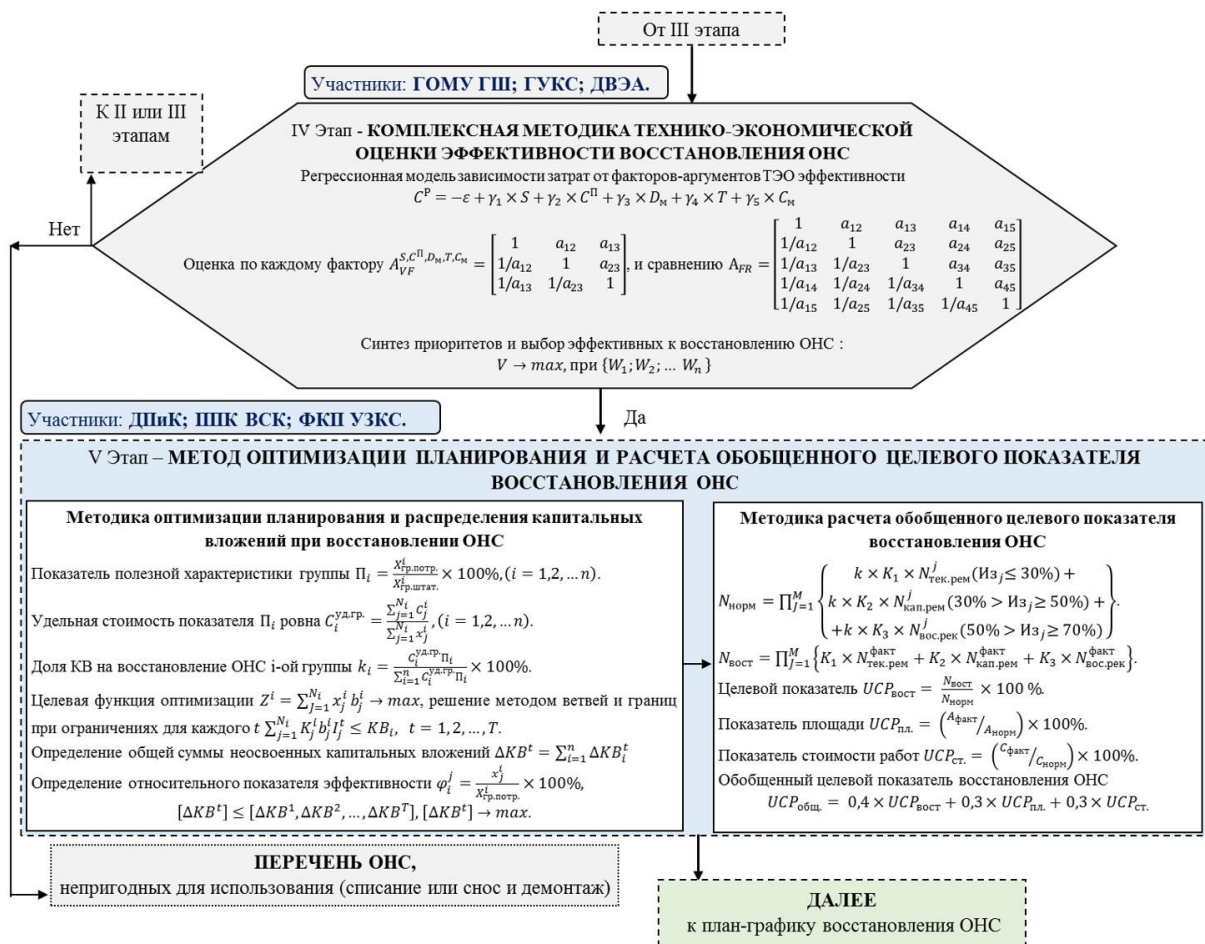


Рис. 4 – Блок-схема последовательности IV и V этапов системы организации восстановления ОНС

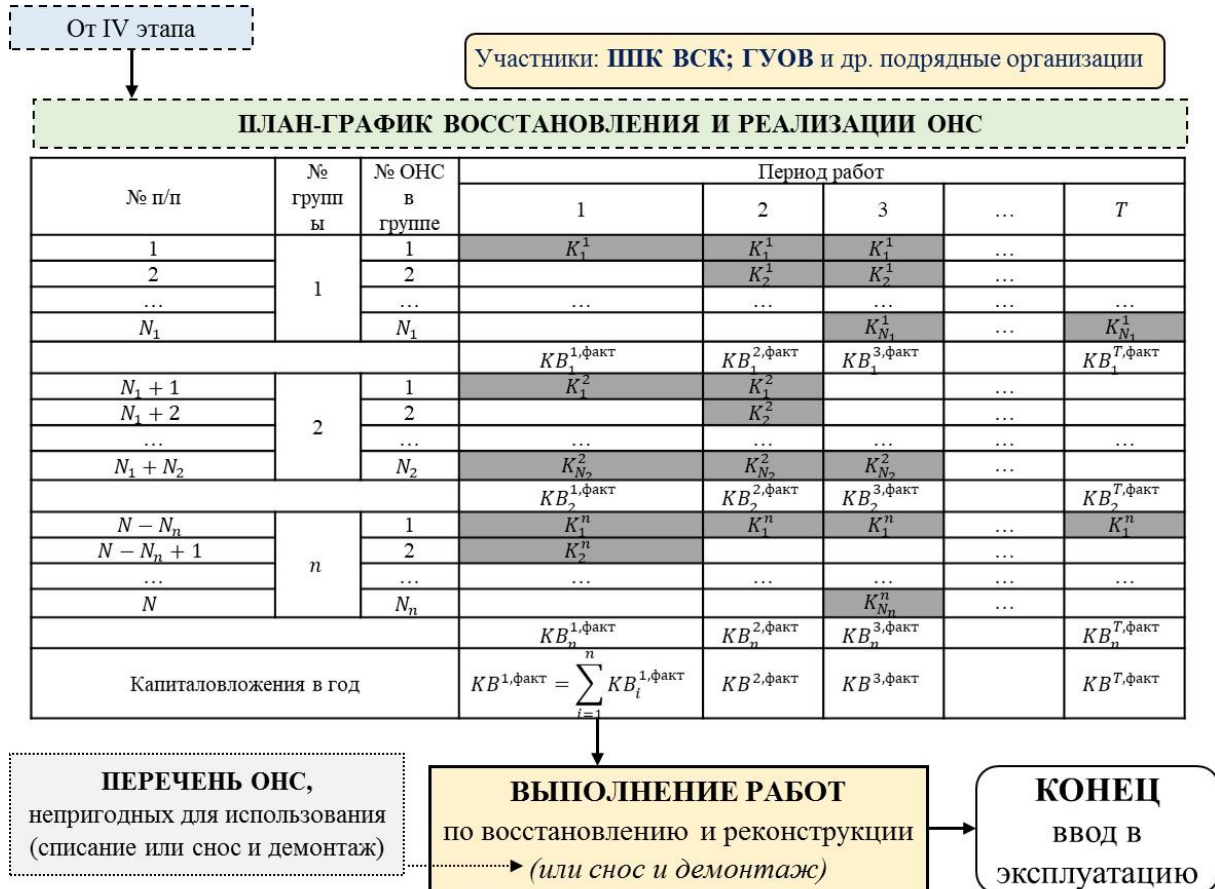


Рис. 5 – Блок-схема завершающего этапа системы организации восстановления ОНС

Выводы

Восстановление объектов незавершенного строительства в современных условиях – это комплексная организационно-производственная задача, эффективное решение которой лежит в плоскости отказа от линейных моделей в пользу адаптивных, гибких и технологичных подходов к организации восстановления.

Предложенная система организации восстановления объектов незавершенного строительства, сочетающая все организационно-технические процессы восстановления в едином контуре, позволяет не только ускорить восстановление критически важных объектов, но и сделать это экономически эффективно, создавая основу для устойчивого долгосрочного развития территорий.

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. Часть 2. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2019. – С. 58-62.
2. 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.
3. Бирюков Д. В. Обоснование организационно - технических решений при восстановлении и реконструкции объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры / Д.В. Бирюков, А.В. Бондарев // Актуальные проблемы естественных и технических наук: Сборник статей межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 18 октября 2024 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – С. 19-27.
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. Бирюков Д. В. Возобновление незавершенного строительства / Д. В. Бирюков // Нормирование и оплата труда в строительстве. – 2019. – № 3. – С. 61-64. – EDN UTUUPN.
6. Бирюков Д. В. Метод восстановления объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры силового компонента государства / Д.В. Бирюков // Тыловое обеспечение войск национальной гвардии Российской Федерации на современном этапе развития: сборник научных статей XIII научно-практической конференции с международным участием, Пермь, 20 октября 2023 года. – Пермь: Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, 2023. – С. 46-52.
7. Бирюков Д. В. Обоснование включения объектов незавершенного строительства в инвестиционную деятельность / Д. В. Бирюков, В. Н. Денисов // Архитектура – строительство – транспорт: Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 04-06 октября 2017 года. Часть 2. – Санкт-Петербург: ГАСУ, 2017. – С. 5-11.
8. 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.
9. 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.
10. Оптимизация комплексного планирования строительства и эффективное распределение ресурсов / С.Х. Байрамуков, З.Н. Долаева, Р.Ю. Богатырев, А.Б. Эркенов // Кавказский диалог: Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Невинномысск: Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт, 2023. – С. 32-34.

11. 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 ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева».
12. Порядок проведения консервации объектов незавершенного строительства в Министерстве обороны РФ / Д.В. Бирюков, Ю.А. Бирюков, В.Н. Денисов, М.С. Шварц // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8, № 6(37). – С. 158.
13. 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.
14. 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.

Математическая модель процессов возгорания и повреждения нижележащего кабеля при пожаре и его возгорания при дальнейшей эксплуатации с учетом поправочного коэффициента термического старения полиэтиленовой изоляции кабеля.

A mathematical model of the processes of ignition and damage to the underlying cable in case of fire and its ignition during further operation, taking into account the correction factor of thermal aging of polyethylene cable insulation.

Аннотация. Выявление дефектов в поврежденных кабелях, не подвергшихся горению, после пожара в кабельных сооружениях может быть сложной задачей, так как без достаточной технической оснащённости и подготовленного персонала в большинстве случаев неисправности электрооборудования можно обнаружить только по характерному запаху или обугленной изоляции. Наличие таких факторов для возникших дефектов в изоляции кабелей характерно уже на пожароопасной стадии. На объектах, вывод из эксплуатации которых не возможен для проведения полноценных работ по выявлению дефектов, необходимо совершенствовать системы пожаротушения для обеспечения пожарной безопасности при их последующей эксплуатации. В данной статье актуальность разработки таких систем обусловлена полученными расчетами вероятности возгорания поврежденных кабелей при их дальнейшей эксплуатации после полученных повреждений при пожаре.

Abstract. Detecting defects in damaged cables that have not been burned after a fire in cable structures can be a difficult task, since without sufficient technical equipment and trained personnel, in most cases electrical equipment malfunctions can only be detected by a characteristic odor or charred insulation. Gorenje is a major source of concern. The presence of such factors for defects in cable insulation is characteristic already at the fire-hazardous stage. At facilities whose decommissioning is not possible to carry out full-fledged defect detection work, it is necessary to improve fire extinguishing systems to ensure fire safety during their subsequent operation. In this article, the relevance of the development of such systems is determined by the calculations of the probability of ignition of damaged cables during their further operation after the damage caused by fire.

Ключевые слова: частота капания, масса капель, скорость распространения пламени, вероятность возгорания, вероятность повреждения, кабель, кабельные изделия, термическое старение.

Keywords: the frequency of dripping, the mass of droplets, the rate of flame propagation, the likelihood of fire, the likelihood of damage, cable, cable products, thermal aging.

Пожары в кабельных тоннелях и коллекторах опасны не только «классическим» распространением пламени вдоль трассы, но и гравитационно-обусловленным переносом горящего топлива вниз в виде стекающей и скапывающей расплавленной массы полимерных материалов оболочек и изоляций кабелей [1]. Современная экспериментальная и моделирующая литература показывает, что горящие капли расплава способны формировать вторичные очаги, инициировать повторное воспламенение [2,3]. Статья является закономерным продолжением наших исследований [13-24].

В работах по горящему расплаву полиэтилена (РЕ) показано, что капля массы порядка 4.4 мг и диаметра ≈ 2.3 мм уже отделяет «малоопасный» процесс от процесса, где пламя устойчиво сопровождает каплю на значительной высоте и способно поджечь материал на нижнем уровне; измеренные характерные скорости падения капель находятся в диапазоне $\sim 3.6-4.2$ м/с [4]. Мещановым Г.И. была предложена математическая модель, которая отражает общие закономерности процесса горения кабелей при групповой прокладке в тоннеле. Однако, данная модель не учитывает влияние стекающих и капающих масс расплавленной

оболочки и изоляции кабеля на возникновения вторичных очагов пожара, а также возгорания поврежденных кабельных изделий не подвергшихся горению при их последующей эксплуатации [5]. Процессы массо- и теплообмена расплавленных масс за счет капания и стекания при пожаре кабельных изделий способствуют возникновению вторичных эффектов, что усложняет задачи выбора средств пожаротушения и огнетушащего вещества для ликвидации пожара в кабельных тоннелях [6, 7, 8]. Следует отметить, что на процесс горения и скорость распространения пожара влияют химические свойства материалов изоляции и оболочки кабелей, которые в свою очередь изменяются за счет электрического старения при длительной эксплуатации кабельных изделий. Одним из главных факторов деградации полимерных материалов изоляции кабелей является термическое старение.

При проведении эксперимента для оценки влияния термического старения на процесс горения и скорость распространения пламени были получены зависимости влияния термического старения изоляции на массу капли расплавленной изоляции, частоту капания и скорость распространения пламени по кабелю [2, 3]. После получения необходимых зависимостей была выведена математическая модель вероятности повреждения или возникновения вторичного очага при капании горячей массы на нижележащий кабель, а также для прогнозирования последствий такой ситуации было проведено моделирование по Монте-Карло, с целью оценки вероятности самовозгорания повреждённого кабеля при его дальнейшей эксплуатации. На основе полученных зависимостей частоты капания расплавленной изоляции f , массы капли m_{dr} и скорости распространения пламени v_f от времени искусственного старения, выраженного в неделях выдержки в машине для испытаний на старение с вентиляцией w . Для частоты капания и массы капли зависимость выражена в линейной и квадратичной форме, а также в виде функции экспоненциального насыщения. Зависимость скорости распространения пламени выражена в экспоненциальном виде:

$$v_f(w) = ae^{-bw} + c \quad (1)$$

Из формулы оценки скорости распространения пламени на основе отношения суммарной теплопередачи до необходимой энергии достижения критической температуры (2) вывели коэффициент поправки для зависимости скорости распространения пламени от времени термического старения для других материалов (3):

$$v_f \approx \frac{\sum_i q_i'' l_i}{\rho \delta c (T_p - T_b)}, \quad (2)$$

где i – составляющее теплового баланса, q_i'' – соответствующий тепловой поток на единицу площади, l_i – эффективная длина воздействия, δ – толщина изоляции, c – теплоёмкость, ρ – плотность, T_p – температура пиролиза, а T_b – окружающая температура.

$$\frac{v_f}{v_o} \approx \frac{\rho_o \delta_o c_o}{\rho_p \delta_p c_p} \Rightarrow \frac{v_f \rho_p \delta_p c_p}{\rho_o \delta_o c_o} \approx v_o, \quad (3)$$

где индекс p – полиэтилен, индекс o – другой материал, v_f – наша формула зависимости.

Для того, чтобы узнать характеристики падающей капли с момента отрыва до полного сгорания (считаем, что пламя не исчезает) численно проинтегрировали систему дифференциальных уравнений используя метод Рунге-Кутты 4 порядка:

$$\left\{ \begin{array}{l} m \frac{dv}{dt} = F_g - F_A - F_D \\ \frac{ds}{dt} = v \\ \frac{dD^2}{dt} = -K_{eff} \\ \frac{dK_{eff}}{dt} = \frac{K_0}{2} \frac{dNu}{dt} \\ \frac{dNu}{dt} = 0.3 \text{Pr}^{1/3} \text{Re}^{-1/2} \frac{dRe}{dt} \\ \frac{dRe}{dt} = \frac{\rho_g}{\mu_g} \frac{d(|v|D)}{dt} \\ \frac{dm}{dt} = \frac{\pi \rho_{dr} D}{4} \cdot \frac{dD^2}{dt} \end{array} \right., \quad (4)$$

где m – масса капли, v – скорость падающей капли, F_g – сила тяжести, F_A – сила Архимеда, F_D – сила сопротивления воздуху, t – время, s – путь падения капли, D – диаметр капли, K_{eff} – интенсивность выгорания

в моменте, K_0 – начальная интенсивность выгорания, Nu – число Нувельса, Pr – число Прандтля, Re – число Рейнольдса, ρ_g – плотность воздуха, μ_g – динамическая вязкость воздуха, ρ_{dr} – плотность капли.

Полученные результаты дают необходимые характеристики падающей капли в каждой точке своего пути (в каждый момент времени). По полученным данным построим математическую модель, позволяющую рассчитать вероятность повреждения и/или воспламенения нижнего кабеля от падающих капель верхнего горящего кабеля.

Вероятность того, что одна капля зажжёт нижний кабель:

$$p_{one}(s) = p_{hit} \cdot p_{flame}(s) \cdot p_{ig|flame}(s) \quad (5)$$

где s – расстояние между верхним и нижним кабелем, p_{hit} – вероятность, что капля попадёт на нижний провод (в нашем расчёте принято за единицу и поэтому далее этот множитель опускается), p_{flame} – вероятность, что на капле останется пламя, $p_{ig|flame}$ – вероятность, что капля зажжёт нижний провод, если на ней останется пламя. Считаем, что капля без пламени не может поджечь нижний провод.

Введём $p_{flame}(s)$ и $p_{ig|flame}(s)$ как вероятностные параметрические функции:

$$p_{flame}(s) = \begin{cases} 0, & m(s) = 0 \\ \frac{1}{1 + e^{-k(m(s)-m_{50})}}, & m(s) \in (0; 1), \\ 1, & m(s) = 1 \end{cases} \quad (6)$$

где k – параметр крутизны сигмоиды, m_{50} – параметр сдвига по оси x (в нашем случае по пройденному пути s). Параметр $m(s)$ выглядит так:

$$m(s) = \frac{t_t - t(s)}{t_t} \quad (7)$$

где t_t – время, за которое по расчетам капля сгорит, $t(s)$ – время, требующееся капле для того, чтобы пролететь s метров.

Вероятность нижнего кабеля будем считать как функцию от времени нагревания изоляции нижнего кабеля:

$$p_{one}(s) = \frac{1}{1 + e^{-k\left(\frac{t_t - t(s)}{t_t} - m_{50}\right)}} \cdot \frac{1}{1 + e^{-\alpha \left(\frac{\left(\frac{Nu(s)\lambda}{D(s)}(T_f - T_b) + \sigma F \varepsilon_{eff}(T_f^4 - T_b^4) \right) \tau_t(s)}{\rho_p \delta_p c_p (T_p - T_b)} - 1 \right)}} \quad (11)$$

$$p_{ig|flame}(s) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha \left(\frac{\tau_t(s)}{t_{ig}(s)} - 1 \right)}} \quad (8)$$

где τ_t – время воздействия, а t_{ig} – время необходимое для нагрева.

Оценим $\tau_t(s)$ как:

$$\tau_t(s) = C_\tau \sqrt{\frac{6m(s)}{\pi \gamma}} \quad (9)$$

где γ – поверхностное натяжение расплавленной массы, а $C_\tau \in [3; 10]$ – коэффициент, компенсирующий то, что в расчетах не учитываются такие параметры как вязкость и смачивание.

Оценим t_{ig} как:

$$t_{ig} \approx \frac{e_{need}''}{q_{net}''(s)} = \frac{\rho_p \delta_p c_p (T_p - T_b)}{q_{drop}''(s) - q_{loss}''}, \quad (8)$$

где e_{need}'' – необходимый энергетический порог на прогрев изоляции, T_b – температура нижнего кабеля (считается равной температуре окружающей среды), q_{drop}'' – тепловой поток от капли, а q_{loss}'' – тепло поглощаемое жилой кабеля.

Представим q_{drop}'' как:

$$q_{drop}''(s) = q_{conv}''(s) + q_{rad}''(s) = h(s)(T_f - T_s) + \sigma F \varepsilon_{eff}(T_f^4 - T_s^4), \quad (9)$$

где q_{conv}'' – конвективный теплообмен, а q_{rad}'' – радиационный теплообмен, T_s – текущая температура нижнего кабеля (считаем постоянной, не учитываем нагрев от уже упавших капель), T_f – температура пламени, σ – постоянная Стефана-Больцмана, ε_{eff} – излучение (с учётом поглощения), F – видовой коэффициент, $h(s)$ – коэффициент теплоотдачи.

$$h(s) = \frac{Nu(s)\lambda_g}{D(s)}, \quad (10)$$

где: λ_g – коэффициент теплопроводности газовой среды.

После преобразований выражение примет вид:

Воспользуемся схемой Бернулли:

$$p_{total}(s) = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - p_{one, i}(s)) \quad (12)$$

Поскольку вероятность поджечь нижний кабель со временем не изменяется выражение примет вид:

$$p_{total}(s) = 1 - (1 - p_{one}(s))^N, \quad (13)$$

где N – количество капель.

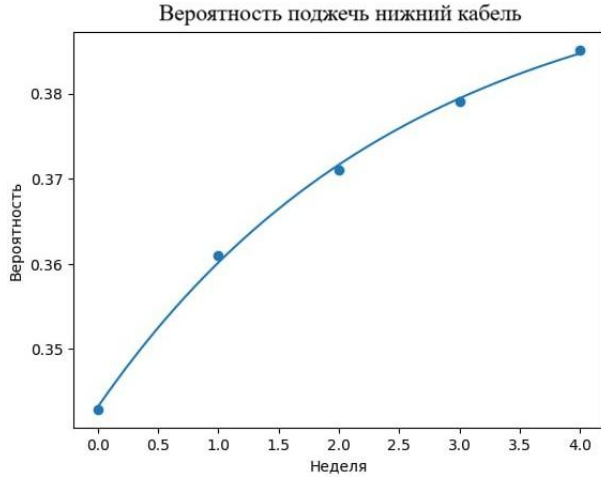


Рисунок 1. Вероятность поджечь нижний кабель.

С помощью моделирования Монте-Карло на 3000 эпох смоделируем достижение критической температуры разложения оболочки и изоляции кабеля за моделируемое время (24 часа, шаг 0.5 с). Критерий остановки: достижение критической температуры или истечение времени.

$$\frac{dT}{dt} = \frac{P - \frac{T - T_{amb}}{R_{th}}}{C_{th}} \quad (14)$$

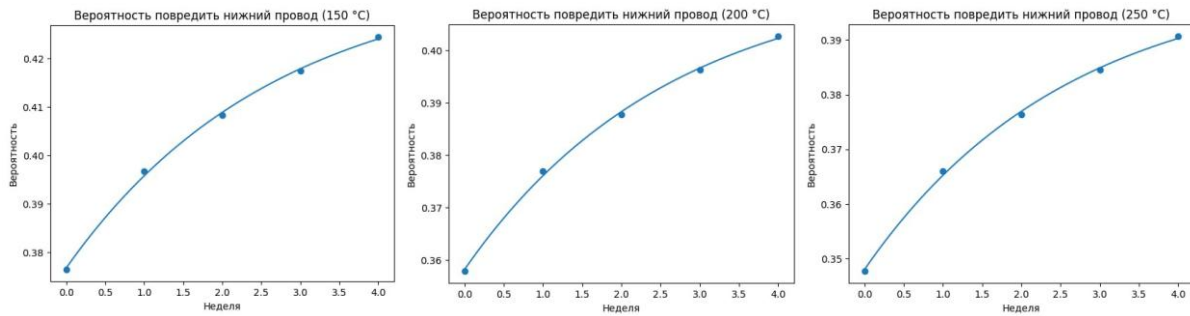


Рисунок 2. Вероятность повредить нижний кабель.

где P – мощность тепловыделения, T – текущая температура в месте повреждения, R_{th} – термическое сопротивление, C_{th} – эквивалентная теплоёмкость дефектной зоны.

Используя модель Тевенина:

$$P = \frac{U^2 R_{def}}{(Z_s + R_{def})^2}, \quad Z_s = \frac{U}{\sqrt{3} I_k}, \quad (15)$$

где U – напряжение, R_{def} – сопротивление повреждённого кабеля, Z_s – эквивалентный импеданс, I_k – ожидаемый ток короткого замыкания (считаем случайной величиной, распределённой по логнормальному закону на отрезке [1; 25] кА).

С помощью процесса Орнштейна-Уленбека $\ln R_{def}(t)$ моделируем:

$$\ln R_{def}(t) = \frac{R_{med} - R_{def}}{\tau_R} + \sigma_R dW_t, \quad (16)$$

где W_t – винеровский процесс, σ_R – интенсивность случайных флуктуаций, τ_R – время возврата к среднему, R_{med} – медианное сопротивление.

Кроме того, R_{med} , I_k , τ_R , R_{th} , C_{th} моделируются как случайные величины, распределённые логнормально, при этом считается, что I_k всегда находится в отрезке [1; 25] кА, а R_{def} – в отрезке [300; 10^6] Ом.

Вероятности дальнейшего повреждения (в зависимости от разных температур) и самовоспламенения кабеля во времени изображены ниже.

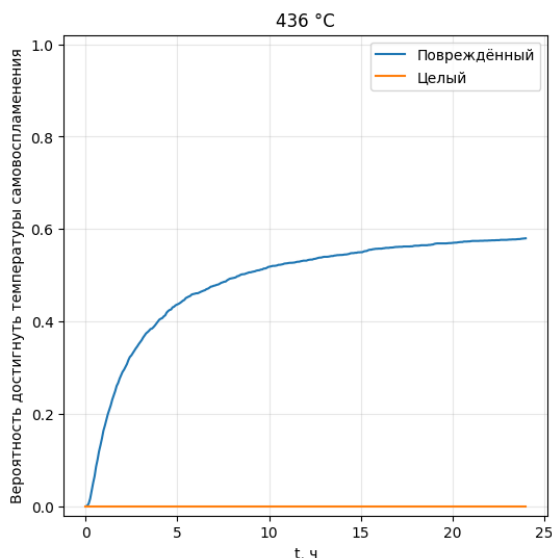


Рисунок 3. Вероятность достигнуть температуры самовоспламенения поврежденного кабеля в первые 24 часа при эксплуатации с расчетной нагрузкой.

Вывод.

Полученное значение вероятности достигнуть температуры самовоспламенения поврежденного кабеля в первые 24 часа при его дальнейшей эксплуатации прежде всего говорит о том, что после ликвидации пожара в кабельных сооружениях и устранения последствий пожара необходимо проводить испытания кабельных линий с целью выявления дефектов в поврежденных кабелях но не подвергшихся горению. Так же следует учитывать специфику работы объектов специального назначения, где вывод объекта из эксплуатации для проведения

испытаний кабельных линий и их дефектовку не возможен из-за особенностей технологических процессов и работы систем жизнеобеспечения. [9-11]. Учитывая полученные вероятностные значения самовоспламенения поврежденного кабеля в первые 24 часа при его дальнейшей эксплуатации, необходимо совершенствовать существующие системы пожаротушения как за счет уменьшения времени необходимого на восстановление их работоспособности после срабатывания, так и возможности повторного пуска для обеспечения пожарной безопасности на подобных объектах [12].

Список литературы:

1. Григорьев А.Н., Подгрушный А.В. «Тактические приемы и способы тушения пожаров в кабельных коллекторах для инженерных коммуникаций оперативными подразделениями пожарной охраны» / Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2009, № 1, с. 75-82.
2. Саркисов С.В., Сажин К.А., Казаков Н.П., Федосов О.А. «Комплексная оценка влияния термического старения на пожароопасность кабелей». // «Актуальные проблемы военно-научных исследований» – СПб: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2025, № 1(33), с. 231-346.
3. Саркисов С.В., Сажин К.А., Казаков Н.П. «Математическая модель распространения горения кабельного изделия с учетом термической деструкции изоляционных материалов». // «Актуальные проблемы военно-научных исследований» – СПб: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2026, № 1(37), с. 306-314.
3. Xinyan Huang «Critical Drip Size and Blue Flame Shedding of Dripping Ignition in Fire» // Springer Nature, 2018. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-34620-3>.
4. Мещанов Г.И. «Исследование и разработка кабелей и проводов для экспериментальных условий эксплуатации и технологии их производства» / Диссертация, 2012.
5. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А. Повышение эффективности средств пожаротушения // Военный инженер, 2021, № 1(19), с. 11-16. – EDN LFZNER.
7. Саркисов С.В., Сажин К.А., Казаков Н.П. Анализ способов тушения пожаров в кабельных потерях специальных сооружений. // «Актуальные проблемы военно-научных исследований» – СПб: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2025, № 2(34), с. 249-359.

8. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А. / Методика определения огнетушащей концентрации пожаротушающего вещества в замкнутом объеме // Сборник научных статей по материалам отраслевой научно-практической конференции «Проблемные вопросы материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации в спецоперациях и пути их решения (по итогам исследований оперативной и боевой подготовки войск (сил) к 2022 году)». Часть 2, с.448.
9. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Потапенко В.В., Булат В.А. Методика и результаты испытаний автоматической системы противопожарной защиты, разработанной для подземных объектов / Военный инженер, 2021, № 4(22), с. 35-44. – EDN BRQIAS.
10. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А., Борисова Д. В. Повышение противопожарной устойчивости сооружений / Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2022, № 3(23), с. 200-209. – EDN DGFTQE.
11. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А. Повышение эффективности средств пожаротушения / Военный инженер, 2021, № 1(19), С. 11-16. – EDN LFZNER.
12. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А. / Особенности применения автоматических систем пожаротушения на объектах МО РФ в зависимости от вида огнетушащего вещества // «Актуальные проблемы военно-научных исследований» – СПб: ВИ(ИТ) ВА МТО, № 3 (27), с. 63.
13. Кириленко, В.И. Устройство технических средств, техники и материальных средств: Учебник / В.И. Кириленко, И.М. Руднев, С.В. Саркисов; Кафедра систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры Военного института (инженерно-технического) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева. – СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2019. – 254 с. – EDN TILWII.
14. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А., Петров Д.К. Вопросы эвакуации людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2021, № 6(18), с. 451-459. – EDN FRCMFC.
15. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А. Техничко-экономические показатели применения криогенной установки газового пожаротушения в условиях герметичных помещений // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2022, № 2(22), с. 15-23. – EDN IKDRCH.
16. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А. Выбор средств пожарной защиты сооружений с учетом оценки пожарной опасности // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2023, № 2(26), с. 114-119. – EDN CQADTT.
17. Топоров А.В., Саркисов С.В., Рузманов М.Д. Комбинированная система автоматического пожаротушения // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2022, № 2(21), с. 21-27. – EDN TPLPUW.
18. Саркисов С.В., Хурамшин И.Р., Николенко В.И. Особенности эксплуатации модуля газового пожаротушения // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2023, № 2(26), с. 148-158. – EDN WPVDQY.
19. Саркисов С.В., Сажин К.А., Петров Д.К., Бригаднов Л.Д. Методика применения установок пожаротушения тонкораспыленной водой / // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2025, № 3(35), с. 157-166. – EDN DFQHAQ.
20. Саркисов С.В., Сажин К.А., Дрягилев В. В. Автономные установки пожаротушения и их классификация по виду огнетушащего вещества / // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2023, № 4(28), с. 215-226. – EDN BJWXR.
21. Патент № 2776609 С1 Российская Федерация, МПК А62С 27/00, В62В 1/04. Мотопомпа пожарная-войсковая : № 2021129969 : заявл. 12.10.2021 : опубл. 22.07.2022 / В.Б. Коновалов, С.В. Саркисов, М.Д. Рузманов [и др.] – EDN HGUHFQ.
22. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Сажин К.А. Математическое описание нестационарного режима кипения жидкого азота на горизонтальной поверхности // Военный инженер, 2022, № 4(26), С. 8-15. – EDN QUTZQU.
23. Саркисов С.В., Николенко В.И., Хурамшин И.Р. Выбор оптимального металлокомпозитного баллона для модулей газового пожаротушения // Актуальные проблемы военно-научных исследований, 2023, № 4(28), с. 227-240. – EDN WAFTRP.
24. Саркисов С. В., Сажин К. А., Петров Д. К. Методика и результаты экспериментальных исследований параметров возгорания новых слаботочных кабелей, а также кабелей, эксплуатируемых сверх нормируемого срока службы на объектах МО РФ // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 4(32). – С. 227-239. – EDN TZMWRE.

**Анализ и обеспечение нормативных показателей качества электроэнергии в системах
внутреннего электроснабжения специальных объектов Министерства обороны
Российской Федерации**

**Analysis and ways to ensure compliance with the regulatory requirements for electricity
quality indicators for the internal power supply systems of special facilities of the Ministry
of Defense of the Russian Federation**

Аннотация. В статье рассматриваются противоречия между требованиями нормативно-технических документов (ГОСТ 32144-2013 и ведомственные нормы МО РФ) к качеству электрической энергии и фактическими параметрами систем внутреннего электроснабжения (СВЭС) специальных объектов Министерства обороны Российской Федерации. Выявлены ключевые несоответствия по напряжению, несинусоидальности и несимметрии напряжений, частоте питания и импульсным перенапряжениям, влияющие на надежность и электромагнитную совместимость объектов. Рассмотрены особенности проектирования СВЭС с учетом рассредоточенности потребителей, внутренних распределительных сетей и влияния дополнительных факторов, таких как падение напряжения и реактивная мощность. Предложены технические решения для устранения выявленных несоответствий, включая регулирование напряжения трансформаторами, фильтрация гармоник, балансировка фазных нагрузок, применение источников бесперебойного питания и устройств компенсации реактивной мощности. Разработана логико-техническая модель проектирования СВЭС, учитывающая требования технического задания, нормативной документации и внешних факторов.

Abstract. The article discusses the contradictions between the requirements of regulatory and technical documents (GOST 32144-2013 and departmental regulations of the Ministry of Defense of the Russian Federation) for the quality of electrical energy and the actual parameters of the internal power supply systems (SVES) of special facilities of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Key inconsistencies in voltage, non-sinusoidal and asymmetric voltages, power frequency, and impulse overvoltages have been identified, affecting the reliability and electromagnetic compatibility of the facilities. The features of the design of the SVES are considered, taking into account the dispersion of consumers, internal distribution networks, and the influence of additional factors, such as voltage drop and reactive power. Technical solutions are proposed to eliminate the identified inconsistencies, including voltage regulation by transformers, harmonic filtering, phase load balancing, the use of uninterruptible power supplies, and reactive power compensation devices. A logical and technical model of SVES design has been developed, taking into account the requirements of the technical specifications, regulatory documentation, and external factors.

Ключевые слова: качество электрической энергии, система внутреннего электроснабжения, нормативные требования, противоречия.

Keywords: quality of electrical energy, internal power supply system, regulatory requirements, and contradictions.

Введение

Энергетика является ключевым фактором устойчивого развития и безопасности государства, что непосредственно относится и к деятельности Вооруженных сил Российской Федерации. Надежное функционирование специальных

объектов Министерства обороны (МО) зависит от стабильности их электроснабжения, которая, в свою очередь, определяется состоянием Единой энергетической системы (ЕЭС) Российской Федерации (РФ). Аварийные ситуации в ЕЭС могут привести к отключениям

электроэнергии на критически важных объектах МО РФ, что делает устойчивость ЭЭС одной из приоритетных задач национальной энергетической политики [1].

Для повышения надежности электроэнергетического комплекса страны Минэнерго России издал приказ от 29.11.2024 года № 2328 «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2025-2030 годы». Документ актуализирует требования к участникам оптового рынка электроэнергии и устанавливает меры по повышению устойчивости работы ЭЭС, в частности:

- совершенствование правил взаимодействия между смежными энергосистемами;
- уточнение требований к автоматике и системам, обеспечивающим стабильность энергосистемы;
- регламентация правил коммерческого учета электроэнергии, особенно в точках присоединения к сети;
- конкретизация режимов работы энергосистем для предотвращения аварийных ситуаций.

Особенности функционирования специальных объектов МО – их высокая ответственность как потребителей электроэнергии, рассредоточенность, наличие развитых внутренних распределительных сетей и разнообразие типов нагрузки – создают дополнительные требования к системам их электроснабжения. Эти факторы делают критически важным соблюдение нормативных требований к качеству электроэнергии и выявление возможных несоответствий между показателями на входе систем внутреннего электроснабжения и на выходе к потребителям.

Целью настоящей статьи является анализ нормативных требований к качеству электроэнергии, выявление основных несоответствий и разработка методов их устранения с учетом особенностей проектирования и эксплуатации систем внутреннего электроснабжения специальных объектов МО РФ.

Проблематика энергообеспечения специальных объектов Министерства обороны

Энергоснабжение специальных объектов МО РФ имеет ряд особенностей, обуславливающих высокие требования к надежности и качеству электроэнергии.

Основные характеристики таких объектов можно выделить следующим образом [2]:

1. Высокая ответственность потребителей. Специальные объекты МО РФ относятся к наиболее критичным потребителям электроэнергии. Для обеспечения боеготовности объектов требуется надежное и бесперебойное электроснабжение в любых условиях их функционирования.

2. Рассредоточенность и развитая внутренняя инфраструктура. Потребители электроэнергии располагаются на больших площадях и имеют собственные развитые внутренние распределительные сети, что увеличивает сложность проектирования и эксплуатации систем электроснабжения.

3. Удаленность от крупных населенных пунктов. Большинство объектов удалены от центров энергопотребления, что требует строительства протяженных линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше для подключения к ЭЭС.

4. Разнообразие потребителей и типов напряжения. На объектах применяются электроприемники с различными электрическими характеристиками:

- трехфазный переменный ток частотой 50 Гц, напряжение до и выше 1 кВ;
- однофазный переменный ток частотой 50 Гц, напряжение до 1 кВ;
- переменный ток повышенной частоты (200, 400, 1200 Гц);
- постоянный ток.

5. Наличие резервных источников питания. На наиболее ответственных объектах устанавливаются автономные источники электропитания, обеспечивающие высокую надежность электроснабжения в случае аварийных ситуаций.

Таким образом, особенности структуры, расположения и характеристик нагрузки специальных объектов МО формируют повышенные требования к проектированию, эксплуатации и контролю качества электрической энергии, что обуславливает необходимость детального анализа соответствия систем внешнего и внутреннего электроснабжения нормативным требованиям и техническому заданию.

Требования, предъявляемые к системам электроснабжения специальных объектов

Система электроснабжения (СЭС) специальных объектов МО представляет собой совокупность электроустановок,

предназначенных для обеспечения функционирования всех потребителей электрической энергии объекта. Она включает оборудование для приема, распределения, преобразования и производства электрической энергии.

В зависимости от назначения военных объектов и решаемых ими задач к СЭС предъявляются различные тактические и технические требования. Наиболее общими требованиями, предъявляемыми к СЭС специальных объектов, являются следующие [3] (рис. 1):

В общем случае СЭС объектов МО состоит из трех частей:

– Система внешнего электроснабжения (СВнЭС) – обеспечивает прием электроэнергии от энергоснабжающей организации и распределение между объектами;

– Система внутреннего электроснабжения (СВЭС) – распределяет электроэнергию внутри объекта, обеспечивает питание всех потребителей и согласование электрических параметров;

– Система автономного электроснабжения – включает резервные и гарантированные источники энергии, устройства бесперебойного питания, средства защиты, контроля и диагностики, необходимые для поддержания работы объекта при нарушениях внешнего или внутреннего электроснабжения.

Таким образом, проектирование СЭС специальных объектов МО направлено на обеспечение надежного и устойчивого электропитания всех категорий потребителей при соблюдении нормативных требований, минимизации рисков аварий и сохранении боеготовности объектов.



Рис. 1. Требования, предъявляемые к СЭС

СВЭС специального объекта МО можно представить в виде некоего подобия адаптера (переходника), предназначенного для согласования электрических параметров показателей на выходе СВЭС с параметрами на входе потребителя.

Таким образом, решаемую в данной статье задачу вербально можно описать как рассмотрение и выявление несоответствий между требованиями, предъявляемыми НТД к качеству электрической энергии к СВнЭС (на входе СВЭС) и требований к качеству электроэнергии на входе конечного потребителя (на выходе СВЭС).

Свойства и показатели качества электрической энергии

Качество электроэнергии (КЭ) определяется как совокупность ее свойств, обеспечивающих нормальную и надежную работу электроприемников в соответствии с их назначением и расчетной работоспособностью. Современные технологические процессы требуют широкого применения полупроводниковых преобразователей, электроприемников с резко переменной нагрузкой и неравномерным распределением нагрузки по фазам. Особенностью таких устройств является их влияние на качество электроэнергии питающих сетей, одновременно зависящее от качества электроэнергии в сети. Это взаимное воздействие электроприемников и питающей сети определяет их электромагнитную совместимость. Следовательно, источники влияния на качество электроэнергии могут быть различными – как со стороны электроприемников, так и со стороны сети [4].

Качество электроэнергии по напряжению на зажимах электроприемников определяется уровнем напряжения, поддерживаемого центром питания сети. Колебания, несимметрия и несинусоидальность напряжения в основном возникают из-за характеристик самих электроприемников. В то же время качество электроэнергии по частоте зависит от баланса выработки и потребления мощности в энергосистеме и определяется

стабильностью частоты вырабатываемой электроэнергии на электростанциях.

Управление качеством электроэнергии осуществляется с учетом этих особенностей. Обеспечение требуемого уровня напряжения относится ко всей сети и реализуется соответствующими техническими средствами. Ограничение искажений (колебаний, несимметрии, гармонических искажений) носит локальный характер и выполняется в сетях, где присутствуют электроприемники, вызывающие такие искажения. Их компенсация возможна только с применением локальных технических средств, подобранных с учетом параметров конкретных потребителей и сети.

Количественные характеристики свойств электроэнергии, влияющих на ее качество, называются показателями КЭ, а их предельные значения, устанавливаемые нормативными документами, – нормами КЭ. В электрических сетях систем электроснабжения общего назначения с трехфазным и однофазным переменным током частотой 50 Гц показатели и нормы КЭ в точках присоединения ведомственных потребителей устанавливаются ГОСТ 32144-2013 [5]. В ведомственных электрических сетях потребителей могут применяться иные нормы КЭ, однако они не должны быть ниже значений, установленных ГОСТ 32144-2013 в точках присоединения. Соблюдение этих норм обеспечивает электромагнитную совместимость ведомственных сетей с электрическими сетями общего назначения.

Электрическая энергия может характеризоваться свойствами и показателями как напряжения, так и тока. Анализ практического опыта показал, что для оценки

КЭ в большинстве случаев достаточно использовать показатели напряжения, при этом для выявления источников искажения требуется привлечение дополнительных показателей тока.

Графическая интерпретация основных свойств электроэнергии представлена на рис. 2.

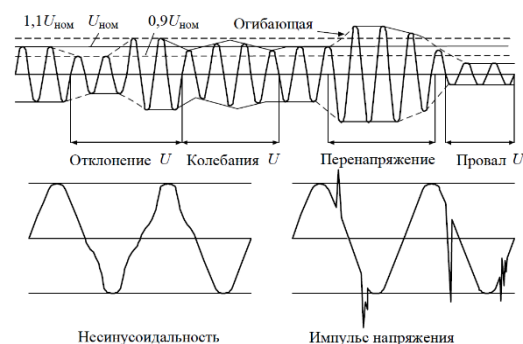


Рис. 2. Свойства электрической энергии

Опыт эксплуатации электроустановок и анализ статистических данных показывают, что КЭ может зависеть как от работы энергоснабжающей организации, так и от характеристик потребителей электроэнергии. Наиболее вероятные источники ухудшения КЭ, а также соответствующие показатели, приведены в таблице 1.

Для расчета и оценки допустимых значений отдельных показателей качества электроэнергии (ПКЭ) применяются вспомогательные параметры, отражающие характер и масштабы отклонений:

- частота повторения изменений напряжения;
- глубина провала напряжения;
- частота появления провалов напряжения;
- длительность импульса по уровню 0,5 его амплитуды;
- длительность временного перенапряжения.

Таблица 1.

Свойства, показатели и наиболее вероятные источники ухудшения качества электрической энергии

Свойства электрической энергии	Наименование показателей КЭ	Наиболее вероятные источники ухудшения КЭ
Продолжительные изменения характеристик напряжения		
Медленные изменения напряжения	1. Положительные и отрицательные отклонения напряжения электропитания	Сетевая организация
Колебания напряжения и фликер	2. Доза фликера 3. Одиночные быстрые изменения напряжения	Потребитель с переменной нагрузкой

Несинусоидальность напряжения	4. Суммарный коэффициент гармонических составляющих 5. Коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения 6. Интергармонические составляющие	Потребитель с нелинейной нагрузкой
Несимметрия трехфазной системы напряжений	7. Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности 8. Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности 9. Напряжения сигналов, передаваемых по электрическим сетям	Потребитель с несимметричной нагрузкой Системы телемеханизации потребителя и сетевой организации
Стабильность частоты	10. Отклонение частоты	Генерирующая организация
Случайные события		
Прерывание напряжения	11. Прерывание напряжения	Сетевая организация
Провал напряжения и перенапряжения	12. Провал напряжения 13. Перенапряжение	Сетевая организация
Импульс напряжения	14. Импульсное напряжение	Сетевая организация

Нормы КЭ устанавливаются в двух категориях: нормально допустимые, которые характеризуют стабильную работу сети в течение 95% времени наблюдения, и предельно допустимые, превышение которых недопустимо для нормального функционирования оборудования. Использование этих норм позволяет системно контролировать качество электроэнергии и выявлять потенциальные угрозы надежности электроснабжения.

В установившемся режиме работы электрической сети значения показателей КЭ не должны превышать предельно допустимые нормы, а в течение 95% времени недельного интервала значения показателей КЭ должны оставаться в пределах нормально допустимых норм.

Изменения характеристик напряжения электропитания (ПКЭ) в точке передачи электрической энергии пользователю трехфазной электрической сети, включающие частотные показатели, значения напряжения, форму и симметрию напряжений, подразделяются на две категории:

1. Продолжительные изменения напряжения – это длительные отклонения напряжения от номинальных значений, в основном обусловленные изменениями нагрузки или воздействием нелинейных потребителей.

2. Случайные события – внезапные и значительные отклонения напряжения от номинальных параметров, вызванные непредсказуемыми событиями или внешними воздействиями.

Для продолжительных изменений напряжения ГОСТ 32144-2013 устанавливает показатели и нормативные значения КЭ, определяющие допустимые пределы отклонений. Для случайных событий в стандарте приведены справочные данные, которые используются при анализе сетевых воздействий и планировании мероприятий по повышению надежности электроснабжения.

Требования нормативно-технических документов, предъявляемые к качеству электрической энергии

Все специальные объекты МО РФ получают электропитание от энергоснабжающих организаций, входящих в контур ЕЭС России. При этом требования к качеству электроэнергии для потребителей этих объектов определяются как общегосударственными стандартами, так и ведомственными нормативными документами.

На начальном этапе проектирования СВЭС необходимо определить перечень ключевых параметров качества электроэнергии, которые оказывают существенное влияние на подбор

электротехнического оборудования, выбор источников питания и структуру СВЭС в целом.

Основными нормативными документами, определяющими требования к качеству электроэнергии, являются:

- ГОСТ 32144-2013 – для СВЭС при питании от внешней сети (на входе СВЭС);
- Ведомственные нормы МО РФ – для электроснабжения потребителей объектов МО от СВЭС (на выходе СВЭС).

Кроме того, в техническом или тактико-техническом задании (ТЗ, ТТЗ) могут содержаться дополнительные требования к качеству электроэнергии, обусловленные особенностями конкретного объекта или специфическими задачами потребителей.

В таблицах 2 и 3 приведены значения показателей качества электроэнергии, предусмотренные ГОСТ 32144-2013 и ведомственными нормами МО РФ соответственно.

Таблица 2.

Показатели качества электроэнергии по ГОСТ 32144-2013

Показатель качества электроэнергии	Нормально допустимое значение	Предельно допустимое значение	Минимальный интервал времени измерения
Отклонение (установившееся) напряжения на выводах приемников э/э (δU_y) в точке передачи электроэнергии потребителю	$\pm 10\%$ от $U_{ном}$ (для 0,38 кВ) или U_c (для 6-10кВ)		1 неделя Интервал усреднения 10 мин.
Несинусоидальность напряжения в точках общего присоединения к электросетям разного напряжения в точке передачи электроэнергии потребителю			1 неделя Интервал усреднения 10 мин.
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения	8,0 для $U_{ном}=0,38$ кВ; 5,0 для $U_{ном}=6-20$ кВ	12,0 для $U_{ном}=0,38$ кВ; 8,0 для $U_{ном}=6-20$ кВ	95% времени – нормально допустимое; 5% времени – предельно допустимое
Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения (KU_n)	По таблице: для $n=2$ $KU_n=2,0$ (0,38 кВ); $KU_n=1,5$ (6-20 кВ). для $n=3$ $KU_n=5,0$ (0,38 кВ); $KU_n=3,0$ (6-20 кВ). Для $n=4$ $KU_n=1,0$ (0,38 кВ); $KU_n=0,7$ (6-20 кВ)	$KU_n \text{ пред} = 1,5 * KU_n$	95% времени – нормально допустимое; 5% времени – предельно допустимое
Несимметрия напряжений в точках общего присоединения к э/сетям разного напряжения в точке передачи электроэнергии			1 неделя Интервал усреднения 10 мин
Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности (K_2U)	2,0%	4,0%	95% времени – нормально допустимое; 5% времени – предельно допустимое.
Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности (K_0U)	2,0%	4,0%	95% времени – нормально допустимое; 5% времени – предельно допустимое.
	$\pm 0,2$ Гц	$\pm 0,4$ Гц	1 неделя

Показатель качества электроэнергии	Нормально допустимое значение	Предельно допустимое значение	Минимальный интервал времени измерения
Отклонение частоты напряжения переменного тока (Δf)	± 1 Гц для изолированных систем с собственными генераторами	± 5 Гц для изолированных систем с собственными генераторами	Интервал усреднения 10 с (95% времени – нормально допустимое; 5% времени – предельно допустимое).
Длительность провала напряжения (Δt_n) и частота провалов		Длительность не более 1 мин	
Импульсное напряжение в точках присоединения э/сети общего назначения ($U_{имп}$)	По справочному приложению		
Перенапряжение		По справочному приложению. Обычно не превышает 1,7 U_c для сети с ГЗН и 2,0 для сети с изолированной нейтралью. Длительность перенапряжения – не более 1 мин. В год не более 30 перенапряжений	
Одиночные быстрые изменения напряжения	Обычно не более 5% для 0,4 кВ; не более 4% для 6-10 кВ.	Не более 10% от $U_{ном}$ и не более 6% от U_c (несколько раз в день)	
Доза фликера (кратковременная – PSt, длительная – PLt)	—	(на интервале 10 мин) PSt = 1,38; (на интервале 2 ч) PLt = 1,0	1 неделя
Показатель качества электроэнергии	Нормально допустимое значение	Предельно допустимое значение	Минимальный интервал времени измерения
Прерывание напряжения		Кратковременное (до 3 мин) Длительное (более 3 мин)	

Следует отметить, что поступающее в СВЭС напряжение от СВнЭС может быть следующим – 6,3 или 10 кВ. На

выходе СВЭС на шинах распределительных устройств формируется напряжения 0,4 кВ.

Таблица 3.

Предельные значения показателей качества электроэнергии на вводах в сооружениях специальных объектов (на стороне 0,4 кВ)

Показатели качества электроэнергии	Питание от внешней сети			Питание от собственных АИП		
	Нормальный режим		Аварийный режим	Нормальный режим		Аварийный режим
	Установившиеся	Переходные	Предельно допустимые	Установившиеся	Переходные	Предельно допустимые
Отклонение установившегося напряжения на выводах приемников электроэнергии (δU_y)	$\pm 5\%$ от $U_{ном}$ $\pm 12,5\%$ от $U_{ном}$ $- 15,0\%$ от $U_{ном}$ в течение 3 мин (на время работы РПН)	$\pm 15,0\%$ от $U_{ном}$ $- 22,5\%$ от $U_{ном}$ в течение 10 с	$\pm 15,0\%$ от $U_{ном}$ $- 25\%$ от $U_{ном}$ в течение 30 с	$\pm 5\%$ от $U_{ном}$	$\pm 15,0\%$ от $U_{ном}$ $- 20\%$ от $U_{ном}$ в течение 3 с	$- 35,0\%$ от $U_{ном}$ в течение 3 с
Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения (KU)	5,0	10,0 кратковременн о	—	—	10,0	—
Коэффициент небаланса напряжений	2,0%	5,0% кратковременн о		5,0% в режиме холостого хода		
Отклонение частоты напряжения переменного тока (Δf)	$\pm 0,5\%$; $\pm 0,25$ Гц		$- 12,0\%$; $- 6,0$ Гц в течение 5 с	$\pm 1,5\%$; $\pm 0,75$ Гц	$\pm 7,5\%$; $\pm 3,75$ Гц в течение 3 с	
Коэффициент временного перенапряжения в точках присоединения электрической сети общего назначения ($K_{пер}U$)			200-300% ($K_{пер}U = 2-3$) в течение 500 мкс			

Сравнение этих значений позволяет выявить потенциальные несоответствия между входными параметрами СВЭС и требованиями конечного потребителя, что становится ключевым фактором при проектировании и оптимизации систем электроснабжения специальных объектов.

Анализ нормативных требований к показателям качества электрической энергии

Отклонение напряжения (δU_y)

ГОСТ 32144-2013 устанавливает допустимое значение отклонения напряжения $\pm 10\%$ от согласованного напряжения электропитания, которое определяется

электроснабжающей организацией для каждого объекта МО при его технологическом присоединении. Значение этого согласованного напряжения может значительно отличаться от номинального.

Вместе с этим, в соответствии с таблицей 3 значение отклонения установившегося напряжения на входе потребителей СВЭС не должно превышать $\pm 5\%$ от номинального.

Несинусоидальность напряжения (K_{Un})

Допустимые значения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения по ГОСТ 32144-2013 – нормально допустимый – 5,0, предельно допустимый – 8,0.

Значения этого показателя по таблице 3 составляют – нормально допустимый – 5,0, переходной (при максимальных нагрузках) – 10,0.

Несимметрия напряжений (K2U)

Допустимые значения коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности, устанавливаемые ГОСТ 32144-2013 – нормально допустимые – 2,0%, предельно допустимые – 4,0%.

Значения этого показателя по таблице 3 (коэффициент небаланса напряжений), составляют – нормально допустимый – 2,0%, переходной – 5,0%.

Отклонение частоты напряжения переменного тока (Δf)

Допустимые значения отклонения частоты напряжения переменного тока по ГОСТ 32144-2013 соответствуют – нормально допустимое $\pm 0,2$ Гц, предельно допустимое $\pm 0,4$ Гц.

Значения этого показателя по таблице 3 составляют – нормально допустимое $\pm 0,5\%$ ($\pm 0,25$ Гц), предельно допустимое (в аварийных режимах) -12,0% (- 6,0 Гц).

Импульсное напряжение (перенапряжение) (KперU)

ГОСТ 32144-2013 определяет, что величина импульсного перенапряжения по справочному приложению Б для сети с номинальным напряжением 6 кВ составляет 34 кВ, с номинальным напряжением 10 кВ составляет 48 кВ. Исходя из таблицы 3 на входе потребителя допускаются атмосферные перенапряжения и перенапряжения, вызванные однофазными замыканиями на землю по величине не превышающие 200-300 % от номинального напряжения в течение 500 мкс.

Остальные показатели качества электроэнергии, приведенные в ГОСТ 32144-2013 (коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения, доза фликера, одиночные быстрые изменения напряжения) для потребителя СВЭС не нормируются, на качество электрической энергии потребителя не оказывают влияния и поэтому в настоящей статье не рассматриваются.

Требования технического (тактико-технического) задания на разработку СВЭС и способы их достижения

На рисунке 1 представлены общие требования, предъявляемые к СЭС. Исходя из этих требований, а также из опыта

проектирования и эксплуатации СВЭС, можно выделить ключевые параметры, формируемые в ТЗ (ТТЗ) на разработку систем внутреннего электроснабжения:

1. *Количество и качество электроэнергии.* Обеспечивается выполнением требований нормативно-технических документов, подбором количества и мощности источников электрической энергии (ИЭЭ), а также использованием высококачественной преобразовательной и стабилизирующей аппаратуры.

2. *Надежность.* Достигается резервированием линий электропередач (ЛЭП) и секций шин, наличием запаса ГСМ для автономных источников питания (АИП), а также применением дублирующих СЭС для особо ответственных потребителей.

3. *Экономичность.* Обеспечивается оптимальным соотношением стоимости СВЭС и качеством выдаваемой электроэнергии, с проведением расчетов технико-экономических показателей (ТЭП), выбором наиболее рациональных решений по оборудованию и конструктивной схеме.

4. *Живучесть.* Гарантируется защитой особо важных элементов СВЭС от внешних воздействий и аварий, а также применением специализированных средств защиты и систем аварийного управления.

5. *Безопасность и удобство эксплуатации.* Достигается строгим соблюдением требований нормативных документов по эксплуатации и техническому обслуживанию СВЭС.

6. *Отсутствие демаскирующих признаков.* Важным требованием является минимизация любых элементов, способных раскрыть наличие объекта. Например, для дизель-генераторных установок учитывается маскировка выхлопных труб и корректный отвод выхлопных газов.

7. *Возможность дальнейшего развития.* Предусматривается выбор элементов СВЭС с запасом по электрической пропускной способности и резервным ресурсом, как правило, порядка 20% по мощности, что обеспечивает возможность расширения и модернизации системы без снижения ее надежности.

Таким образом, проектирование СВЭС осуществляется с комплексным учетом всех эксплуатационных, тактических и технических требований, обеспечивая оптимальный баланс между качеством электроснабжения, надежностью, живучестью и экономической эффективностью.

Дополнительные факторы, влияющие на проектирование и структуру построения СВЭС

Как было сказано ранее, одной из особенностей специального объекта МО возможно его размещение на больших площадях с развитыми внутренними электрическими распределительными сетями. Данный фактор необходимо учитывать при проектировании СВЭС, так как он непосредственно влияет на выбор длины и сечения кабельных линий (КЛ) от СВЭС до потребителя.

Кроме этого, рассмотренные выше параметры КЭ непосредственно зависят от характеристик выбранных кабелей, т.к. дополнительно требуют проведение:

- расчета падения напряжения в электрической сети от СВЭС до потребителя;
- расчета компенсации реактивной мощности в СВЭС;
- расчета токов и напряжений, наводимых электромагнитным импульсом (ЭМИ).

Рассмотрим более подробно порядок выполнения каждого из расчетов.

Расчет падения напряжения

Максимальное и минимальное падение напряжения в сети от СВЭС до потребителя относительно номинального значения в максимальном и минимальном режиме потребления ΔU , В определяется как сумма падений напряжения на разных участках этой сети:

$$\Delta U = \Delta U_{РПН} \pm \sum \Delta U_{КЛ} \pm \Delta U_{ТР} \pm \sum \Delta U_{КА}, \quad (1)$$

где $\Delta U_{РПН}$ – падение напряжения, определяемое величиной ступени регулирования РПН регулировочного трансформатора, В;

$\sum \Delta U_{КЛ}$ – суммарные потери напряжения в кабельных линиях электропередачи, В;

$\Delta U_{ТР}$ – потери напряжения в силовом трансформаторе, В;

$\sum \Delta U_{КА}$ – суммарные потери напряжения в коммутационных аппаратах СВЭС, В.

При проведении расчета по формуле (1) используют следующие выражения:

$$\Delta U_{РПН} = \pm U_{НОМ} \cdot \Delta n / 100, \quad (2)$$

где Δn – величина ступени регулирования РПН регулировочного трансформатора, %.

$$\Delta U_{КЛ} = \frac{(P \cdot r_{л} \pm Q \cdot X_{л}) \cdot L}{U_{НОМ}}, \quad (3)$$

где $\Delta U_{КЛ}$ – потеря напряжения на участке линии электропередачи, В;

P – активная мощность, кВт;

Q – реактивная мощность, кВАр;

$r_{л}$ – активное сопротивление линии, Ом/км;

$X_{л}$ – индуктивное сопротивление линии, Ом/км;

L – длина линии, км;

$U_{НОМ}$ – номинальное напряжение, кВ.

$$U_{ТР} = \frac{(P \cdot r_{ТР} \pm Q \cdot X_{ТР})}{U}, \quad (4)$$

где $r_{ТР}$ – активное сопротивление обмоток трансформатора, Ом;

$X_{ТР}$ – реактивное сопротивление обмоток трансформатора, Ом;

U – напряжение на зажимах трансформатора, кВ.

$$r_{ТР} = \left(U_{НТ} / S_{НТ} \right)^2 \cdot \Delta P_{КЗ}, \quad (5)$$

$$X_{ТР} = U_{НТ}^2 / S_{НТ} \cdot U_x / 100, \quad (6)$$

где $U_{НТ}$ – номинальное напряжение обмоток трансформатора, кВ;

$S_{НТ}$ – номинальная мощность трансформатора, мВА;

$\Delta P_{КЗ}$ – потери короткого замыкания в трансформаторе, мВт;

U_x – падение напряжения в реактивном сопротивлении трансформатора, %, определяемое по формуле:

$$U_x = (U_k^2 - U_r^2)^{\frac{1}{2}}, \quad (7)$$

где U_k – напряжение к.з. трансформатора, %;

U_r – падение напряжения в активном сопротивлении трансформатора, %, определяемое из выражения:

$$U_r = \frac{\Delta P_{КЗ} \cdot 100}{S_{НТ}}, \quad (8)$$

$\sum \Delta U_{КА}$ определяется по справочным данным.

Расчет компенсации реактивной мощности

Устройства компенсации реактивной мощности применяются с целью повышения коэффициента мощности, что позволяет повысить коэффициент полезного действия ИЭЭ, соответственно, снизить их расчетную мощность. Кроме этого, повышение коэффициента мощности оказывает влияние на поддержание уровня

напряжения в требуемых пределах, особенно при больших нагрузках и способствует минимизации отрицательных влияния высших гармонических искажений и сглаживанию помех в сети.

Приказ Министерства энергетики РФ от 23.06.2015 года № 380 «О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии» определяет, что максимальное значение коэффициента реактивной мощности, потребляемой в часы больших суточных нагрузок электрической сети напряжением 1 – 20 кВ ($\tan \varphi$) должно составлять 0,4, что соответствует $\cos \varphi = 0,93$.

Таким образом, для выполнения требований электроснабжающей организации необходимо предусмотреть компенсацию реактивной мощности в СВЭС. Такая компенсация может быть выполнена как на шинах питающих распределительных устройств на стороне 0,4 кВ, так и непосредственно на шинах 6,3 (10) кВ конденсаторными установками.

Расчет токов и напряжений, наводимых ЭМИ

Для защиты КЛ от наведенных токов и напряжений в СВЭС должны быть предусмотрены специальные устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), которые помогают снизить амплитуды напряжений и токов, вызванных ЭМИ.

Методика расчета токов и напряжений, наводимых ЭМИ на КЛ, подробно рассмотрена в статье [6].

Логико-техническая модель обеспечения соответствия проектных параметров СВЭС требованиям НТД и ТЗ (ТТЗ)

Перед началом проектирования СВЭС разработчик должен ясно представлять систему, которую он собирается разрабатывать. Для этого необходимо провести подробный анализ требований нормативно-технической документации (НТД), ТЗ (ТТЗ), возможных воздействующих внешних факторов, и в конечном итоге, сформировать предельные проектные параметры разрабатываемой СВЭС.

На основе этого анализа формируются предельные проектные параметры СВЭС, определяющие структуру, состав и характеристики оборудования. Визуальное представление взаимного влияния требований НТД, ТЗ (ТТЗ) и внешних факторов на проектируемую СВЭС приведено в общей логико-технической модели обеспечения соответствия проектных параметров СВЭС требованиям НТД и ТЗ (ТТЗ) на рис. 3.

При реализации организационно-технических мероприятий по устранению несоответствий ПКЭ необходимо учитывать возможные взаимные негативные эффекты от принятых решений. Особенно это важно для соблюдения экономических показателей системы.

Например, установка силового трансформатора на входе СВЭС с большей мощностью для выполнения требования по возможности дальнейшего развития СВЭС приведет к увеличению сопутствующего электрооборудования, сечений КЛ и т.п., что может нарушить требования по демаскирующим признакам и экономичности системы.

Для выполнения требования по живучести вводятся дополнительные ИЭЭ для обеспечения электроэнергией ответственных потребителей, что также может нарушить требований по демаскирующим признакам (увеличение массогабаритных характеристик СВЭС), по надежности (увеличение количества элементов СВЭС) и, в конечном итоге, проводимые мероприятия могут нарушить выполнение требования по экономичности системы.

Кроме этого, при реализации технических решений по обеспечению установленных ПКЭ, применяемые в СВЭС технические устройства (преобразователи, фильтра, трансформаторы и т.п.) могут также оказывать негативное взаимное влияние как друг на друга, так и на конечный потребитель.

Для раскрытия описанной структуры на рис. 4 и 5 представлены логико-техническая модель обеспечения соответствия проектных параметров СВЭС требованиям НТД и логико-техническая модель обеспечения соответствия проектных параметров СВЭС требованиям ТЗ (ТТЗ) соответственно.



Рис. 3. Общая логико-техническая модель обеспечения соответствия проектных параметров СВЭС требованиям НТД и ТЗ (ТТЗ)

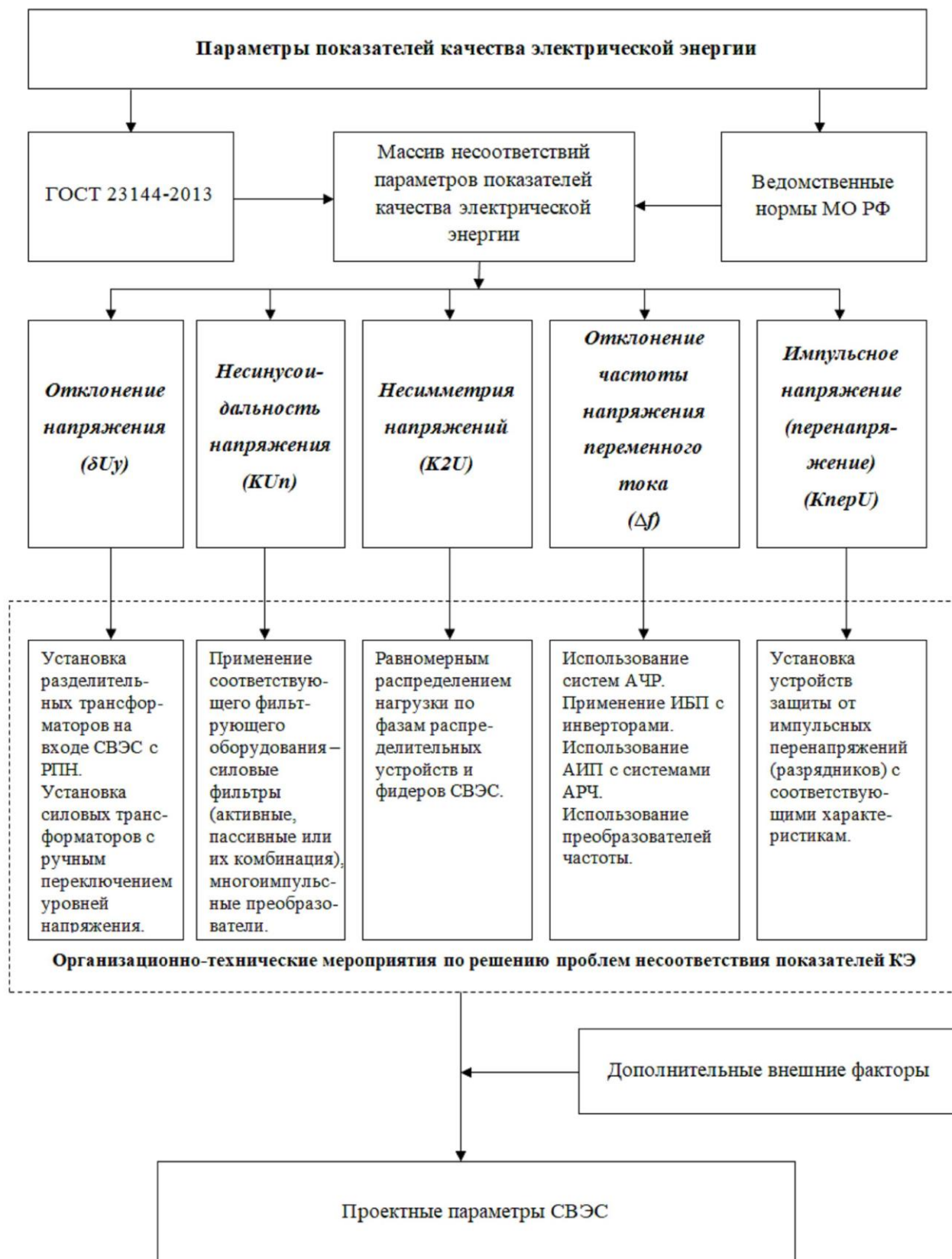


Рис. 4. Логико-техническая модель обеспечения соответствия проектных параметров СВЭС требованиям НТД

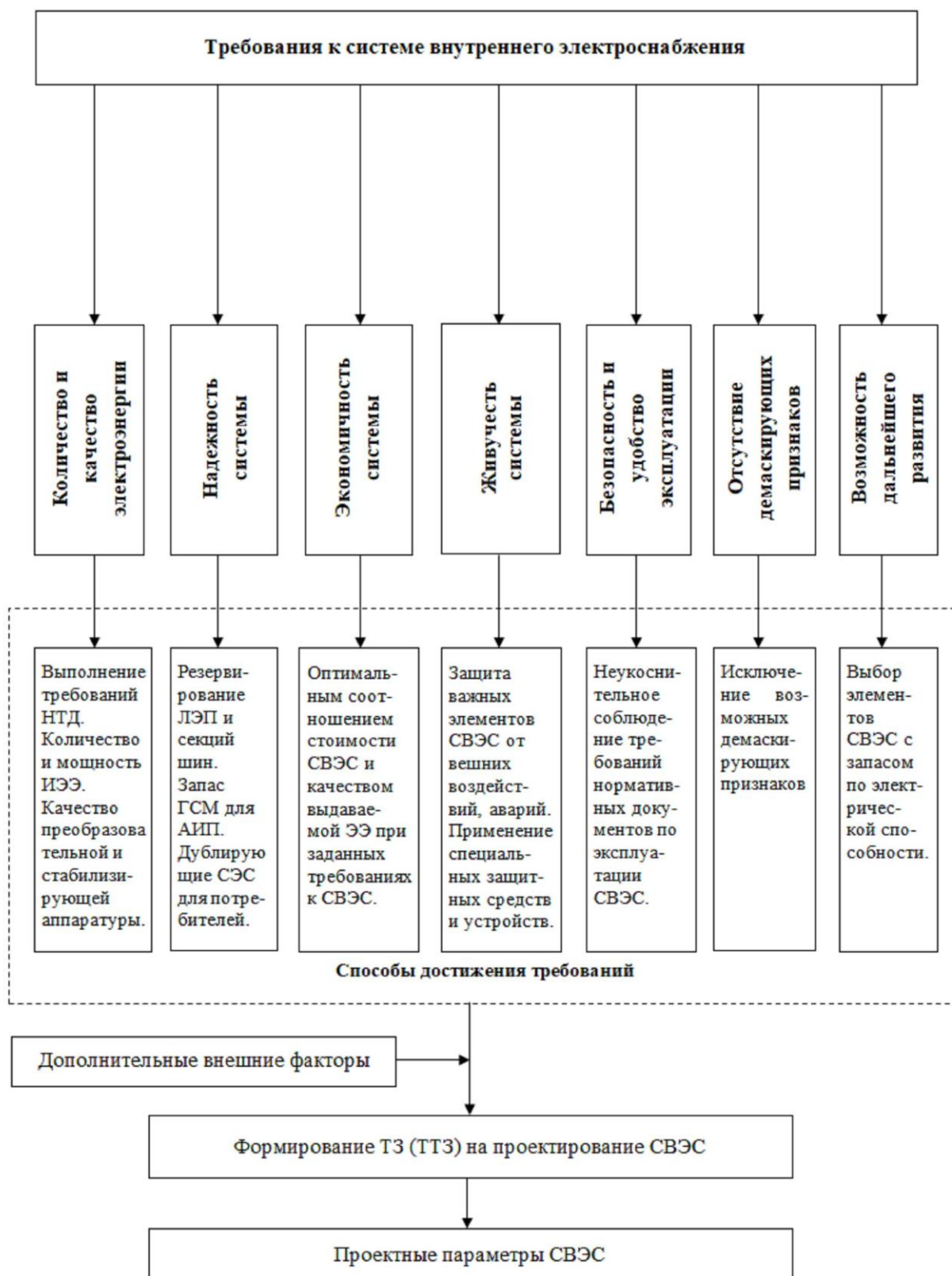


Рис. 5. Логико-техническая модель обеспечения соответствия проектных параметров СВЭС требованиям ТЗ (ТТЗ)

Выводы.

1. В настоящей статье проведен комплексный анализ нормативных требований к качеству электрической энергии, предъявляемых к системам внутреннего электроснабжения специальных объектов Министерства

обороны Российской Федерации, а также выявлены основные несоответствия между требованиями ГОСТ 32144-2013 и ведомственными нормами МО РФ. Рассмотрены особенности функционирования и проектирования СВЭС, связанные с рассредоточенностью

объектов, сложностью внутренних распределительных сетей и разнообразием нагрузок, что непосредственно влияет на качество и надежность электроснабжения.

2. На основе проведенного анализа установлено, что ключевыми параметрами, влияющими на соответствие СВЭС требованиям НТД, являются отклонение напряжения, несинусоидальность и несимметрия напряжений, частота питания и импульсные перенапряжения. Для каждого показателя предложены практические инженерные решения: установка регулируемых трансформаторов, фильтрующих устройств, балансировка фазных нагрузок, использование ИБП и АИП, а также устройств компенсации реактивной мощности.

3. Разработана логико-техническая модель проектирования СВЭС, учитывающая взаимное влияние требований ТЗ, нормативной документации и дополнительных факторов (длина кабельных линий,

сечения проводников, реактивная нагрузка), позволяющая выявлять потенциальные конфликты между критериями живучести, экономичности, безопасности, демаскирующих признаков и возможности дальнейшего развития системы.

4. Представленные методы анализа и решения выявленных несоответствий позволяют повысить надежность, устойчивость и электромагнитную совместимость систем внутреннего электроснабжения специальных объектов МО РФ, обеспечивая выполнение нормативных требований к качеству электроэнергии на всех этапах проектирования и эксплуатации СВЭС.

5. Таким образом, результаты статьи могут быть использованы при проектировании, модернизации и эксплуатации систем электроснабжения особо ответственных объектов, обеспечивая высокий уровень готовности и безопасности функционирования критически важных элементов инфраструктуры Министерства обороны.

Список литературы:

1. Маньков К.В., Гирфанов Г.Т., Петров О.В., Симоненко И.В. Предложения по модернизации системы электроснабжения объектов Министерства обороны // Материалы заочной научной конференции. Военный учебный центр. – СПб.: Издательство ООО «Полторак», 2021. С. 92-96.
2. Михайлов А.К. Специальные вопросы электроснабжения объектов министерства обороны. – Л.: ВВИТКУ, 1987. – 536 с.
3. Пешехонов Н.Е., Рыбаков В.В., Рыбаков Д.В. Системы электроснабжения специальных объектов: учебное пособие. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2019. – 173 с.
4. Фоминич Э.Н., Белов О.Е. Электроснабжение и электрические сети специальных объектов. Электрические сети (часть I). - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2023. – 387 с.
5. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартиформ, 2014. – 16 с.
6. Павшин А.Н., Щеглов Д.К. Методика расчета токов и напряжений, наводимых электромагнитным импульсом грозового разряда // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2025. Вып. 2 (137). С.63-72.

К вопросу распределения производственных ресурсов при планировании эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры**The issue of allocating production resources within planning the operation of military facilities**

Аннотация. Уточнен критерий эффективности ремонтных мероприятий. Выполнена формализации задачи распределения производственных ресурсов в виде моделей линейного программирования. Предложена интеграция методов оптимизации и регрессионного анализа в единую методику, что создаёт основу для дальнейшего совершенствования научных подходов к управлению эксплуатацией объектов военной инфраструктуры

Abstract. The criterion for the effectiveness of repair measures has been clarified. The task of allocating production resources has been formalized in the form of linear programming models. The integration of optimization and regression analysis methods into a single methodology is proposed.

Ключевые слова: эксплуатационное содержание; производственные ресурсы; объекты военной инфраструктуры

Keywords: military infrastructure facilities, optimization, search for optimal solutions, production resources

Потребность в распределении производственных ресурсов при объёмном и объёмно-календарном планировании эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры обуславливает использование математических методов для решения данной задачи. Формализация процесса планирования ремонтов возможна путем решения оптимизационной задачи линейного программирования [10-15], где объёмное планирование обеспечивает укрупнённое распределение ресурсов между объектами и видами работ с учётом приоритетов, нормативных ограничений и ресурсных лимитов, а объёмно-календарное планирование детализирует полученные решения по временным интервалам, учитывая сезонность, технологическую совместимость и динамику изменения технического состояния объектов [1, 2].

В качестве критерия эффективности при распределении производственных ресурсов может быть принята величина устраняемого физического износа конструктивного элемента в результате проведения соответствующих ремонтных мероприятий (i, j) :

$$\Delta \text{ФИ}_{ij} = \text{ФИ}_{ij}^{\text{до}} - \text{ФИ}_{ij}^{\text{после}}, \quad (1)$$

где $\text{ФИ}_{ij}^{\text{до}}$ и $\text{ФИ}_{ij}^{\text{после}}$ — значения физического износа ремонтируемого

элемента конструкции i до и после проведения ремонтных мероприятий j , %.

Такой выбор обусловлен следующими факторами:

устраняемый физический износ отражает технический результат ремонтных мероприятий, позволяя количественно оценить восстановление эксплуатационной пригодности объектов;

показатель $\Delta \text{ФИ}_{ij}$ является универсальным и сопоставимым для различных типов конструкций, так как его можно выразить в процентах или долях;

величина $\Delta \text{ФИ}_{ij}$ обладает свойством аддитивности, то есть суммарный эффект по объекту или по системе объектов может быть представлен как сумма эффектов по отдельным видам работ:

$$\Delta \text{ФИ} = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \Delta \text{ФИ}_{ij}. \quad (2)$$

Это означает, что устранение износа по зданию в целом складывается из устранения износа его отдельных конструктивных элементов, что обеспечивает корректность использования данного показателя в качестве критерия эффективности.

Укрупнённый алгоритм разрабатываемого подхода к решению поставленной задачи представлен на рисунке 1 и включает в себя следующие этапы.



Рисунок 1. Укрупнённый алгоритм распределения производственных ресурсов при объёмном и объёмно-календарном планировании эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры

1 этап. Подготовка исходной информации.

Для реализации методики формируется следующая входная информация: $i \in I$ – объекты, подлежащие эксплуатационному содержанию (ремонт); $j \in J$ – виды ремонтных работ (например: ремонт (замена) конструкции кровли, ремонт железобетонных подвальных стен, ремонт ограждающих кирпичных стен); $t \in T$ – множество периодов планирования (месяц, квартал, год); $r \in R$ – типы ресурсов (материальные, трудовые, технические). $x_{ijt} \in [a_{ij}, b_{ij}]$ – доля выполнения работы j на объекте i в период t ; $x_{ij} \in [a_{ij}, b_{ij}]$ – доля выполнения работы j на объекте i : $x_{ij} = 0$ – работа не выполняется; $x_{ij} = 1$ – работа выполняется полностью (100%); $0 < x_{ij} < 1$ – отражает частичное выполнение работ в соответствующей пропорции.

$a_{ij}, b_{ij} \in [0, 1]$ – минимальная и максимальная допустимые доли выполнения работы j на объекте i , определяемые проектно-сметной документацией или нормативами, отражающими технологическую неделимость работ (например, минимальный объём, при котором работа считается целесообразной);

$P_r(i, j)$ – потребность в ресурсе типа r при полном выполнении работы j на объекте i (единицы измерения зависят от ресурса: м³, кг, чел.ч, маш.ч и т.п.);

$P_r(i, j, t)$ – полная потребность в ресурсах для выполнения работ j на объекте i в период t ;

R_r – доступный объём ресурса r на плановый период, распределяемый между всеми работами и объектами;

R_{rt} – доступный объём ресурса r в период t (количество материала, машино-часов, человеко-часов), доступный для распределения между всеми (i, j) ;

$m_{ijt} \in \{0, 1\}$ – индикатор технологической или сезонной допустимости выполнения работы (i, j) в период t (0 – выполнение невозможно, 1 – возможно);

$\Pi_i \in \{1, 2, 3\}$ – приоритет объекта (например: 1 – объекты постоянной боевой готовности, 2 – вспомогательные объекты, 3 – прочие и т.д.; чем меньше Π_i тем выше приоритет);

$\Delta\Phi_{ij}$ – эффект от выполнения работы j на объекте i , определяемый как устраняемый физический износ конструктивного элемента в результате ремонтных мероприятий.

2 этап. Оценка эффекта ремонтных мероприятий.

В качестве критерия эффективности при распределении производственных ресурсов принят устраняемый физический износ $\Delta\Phi_{ij}$ отражающий величину восстановления эксплуатационных свойств конструктивных элементов при выполнении ремонтных мероприятий. Для проведения исследования была выделена группа наиболее распространённых ограждающих конструкций эксплуатируемых объектов, по которым фиксируется основной объём ремонтных работ и, соответственно, материальных затрат: конструкции рулонных кровель; ограждающие кирпичные стены; железобетонные подвальные стены.

Выбор таких конструкций обусловлен их широким распространением среди конструктивных элементов объектов военной инфраструктуры, а также значительной долей материальных, трудовых и технических ресурсов, требуемых для их ремонта. Таким образом, оценка эффекта ремонтных мероприятий по данным группам конструкций позволяет получить обоснованные зависимости, отражающие типовые условия эксплуатационного содержания.

Поскольку до начала ремонта неизвестно, обеспечат ли выделенные ресурсы достижение максимального возможного эффекта по устранению физического износа $\sum \Delta \Phi_{ij}$, предлагается использование методов корреляционно-регрессионного анализа.

Для прогнозирования устраняемого физического износа $\Delta \Phi_{ij}$ была сформирована система факторов, отражающих ключевые характеристики конструктивных элементов и условий их эксплуатации:

$\Phi_{ij}^{до}$ – исходный физический износ конструкции до проведения ремонта (%), характеризующий текущий уровень повреждений и снижение эксплуатационных свойств;

$T_{ij}^{экс}$ – период эксплуатации без проведения ремонта (лет), отражающий накопленный износ конструкции и учитывающий ухудшение её технического состояния;

$C_{ij}^{рм}$ – стоимость проведения ремонтных мероприятий (в тыс. руб. на m^2), отражающая совокупные затраты материальных и трудовых ресурсов, а также использование строительных машин и механизмов.

Выбор факторов обусловлен их практической значимостью и наличием эмпирических данных, полученных в процессе эксплуатации и ремонта объектов военной инфраструктуры. В совокупности они позволяют описать как исходное состояние конструкций, так и влияние ресурсов, выделяемых на их восстановление.

3 этап. Планирование распределения ресурсов.

Распределение ресурсов реализуется в два взаимосвязанных подэтапа. На первом подэтапе выполняется объёмное

планирование, которое направлено на укрупнённое распределение доступных производственных ресурсов между объектами и видами работ без детализации по времени. Оно позволяет оценить, насколько планируемые объёмы соотносятся с имеющимися лимитами ресурсов, а также определить приоритетные направления их использования.

На втором подэтапе осуществляется объёмно-календарное планирование, в котором полученные решения детализируются по временным интервалам. При этом учитываются сезонные и технологические ограничения, распределение ресурсов по периодам, а также прогноз изменения технического состояния объектов. Таким образом, объёмное планирование формирует основу для стратегического распределения ресурсов, а объёмно-календарное уточняет её во времени, обеспечивая практическую реализуемость решений.

1 подэтап. Объёмное планирование распределения производственных ресурсов.

Целью этапа объёмного планирования является определение рационального распределения производственных ресурсов между объектами и видами работ без привязки к конкретным временным интервалам. При этом учитываются следующие ограничения:

По производственным ресурсам:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} P_r(i, j) \cdot x_{ij} \leq R_r, \forall r \in R, \quad (3)$$

где $P_r(i, j)$ – потребность в ресурсе r при полном выполнении работы j на объекте i ; x_{ij} – доля выполнения работы; R_r – доступный объём ресурса r .

По допустимым долям выполнения работ:

$$a_{ij} \leq x_{ij} \leq b_{ij}, \forall i, j, \quad (4)$$

где, a_{ij} и b_{ij} – задаются нормативами или проектно-сметной документацией.

По приоритету объектов:

$$x_{ij} = 0, \text{ если } \Pi_i > \Pi^*, \quad (5)$$

где Π^* – максимальный допустимый уровень приоритета, установленный планирующей организацией.

Неотрицательность переменных:

$$x_{ij} \geq 0, \forall i, j. \quad (6)$$

Целевая функция отражает максимизацию совокупного эффекта устранения физического износа при соблюдении условия $0 \leq \Delta \Phi_{ij} \leq \Phi_{ij}^{до}$:

$$\max F(x_{ij}) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \Delta \Phi_{ij} \cdot x_{ij}. \quad (7)$$

Задача принадлежит классу задач линейного программирования, так как целевая функция линейна по переменным x_{ij} и все ограничения линейны, при этом множество допустимых решений задаётся системой линейных неравенств. Оптимум достигается в одной из вершин многогранника допустимых решений. Решение оптимизационной задачи осуществляется с помощью симплекс-метода.

Решение задачи объёмного планирования заключается в нахождении оптимального вектора переменных: $x^{\text{опт}} = \{x_{ij}^{\text{опт}} \mid i \in I, j \in J\}$, который удовлетворяет всем ограничениям и обеспечивает максимум целевой функции.

Результатом объёмного планирования является укрупнённый план распределения производственных ресурсов между объектами и видами работ, который учитывает доступные лимиты ресурсов, нормативные границы выполнения работ и приоритетность объектов, обеспечивая при этом максимальный совокупный эффект по устранению физического износа.

2 подэтап. Объёмно-календарное планирование распределения производственных ресурсов.

Целью этапа объёмно-календарного планирования является распределение производственных ресурсов по объектам и видам работ в разрезе плановых периодов $t \in T$. При этом учитываются следующие ограничения:

По ресурсам в каждом периоде:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} P_r(i, j, t) \cdot x_{ijt} \leq R_{rt}, \forall r \in R, \forall t \in T, \quad (10)$$

где $P_r(i, j)$ – потребность в ресурсе r при полном выполнении работы j на объекте i в период t ;

По допустимым долям выполнения работ:

$$\begin{aligned} a_{ij} &\leq x_{ijt} \leq b_{ij}, \forall i, j, t, \\ 0 &\leq x_{ijt} \leq m_{ijt} b_{ij}, \\ m_{ijt} &\in \{0, 1\}, \end{aligned} \quad (8)$$

где, a_{ij} и b_{ij} – задаются нормативами или проектно-сметной документацией.

По приоритету объектов:

$$x_{ijt} = 0, \text{ если } \Pi_i > \pi^*, \quad (9)$$

где π^* – максимальный допустимый уровень приоритета, установленный планирующей организацией.

Неотрицательность переменных:

$$x_{ijt} \geq 0, \forall i, j, t. \quad (10)$$

Целевая функция отражает максимизацию совокупного эффекта устранения физического износа при соблюдении условия $0 \leq \Delta \Phi_{ij} \leq \Phi_{ij}^{\text{до}}$ с учетом выполнения работ в периодах:

$$\max F(x_{ijt}) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} \Delta \Phi_{ij} \cdot x_{ijt}. \quad (11)$$

В результате формируется календарный план выполнения ремонтных работ: распределение ресурсов x_{ijt} по периодам; график устранения физического износа конструктивных элементов; прогноз изменения технического состояния объектов; при необходимости – уточнённый объёмный план для последующей корректировки.

Если требуется предварительно проверить выполнимость большой системы ограничений (много типов ресурсов, технологические запреты и т.д.), сначала применяется итерационный метод ортогональных проекций Агмона-Мощкина для поиска допустимой точки (или выявления конфликтующих ограничений), а затем используется симплекс-метод.

Итерационный метод ортогональных проекций Агмона - Мощкина заключается в последовательном приведении текущего приближения переменных к допустимому множеству за счёт ортогональной проекции на гиперплоскости, определяемые отдельными ограничениями.

При котором каждая итерация рассматривает одно из ограничений системы вида:

$$a_k^T x \leq b_k, k = 1, \dots, m, \quad (12)$$

где, a_k – вектор коэффициентов; x – вектор переменных; b_k – правая часть ограничения, задаваемая нормативами или лимитами ресурсов.

При этом если для текущего приближения $x^{(t)}$ выполняется условие $a_k^T x^{(t)} \leq b_k$, то оно сохраняется без изменений; если условие нарушено ($a_k^T x^{(t)} > b_k$), то выполняется ортогональная проекция точки $x^{(t)}$ на гиперплоскость $a_k^T x = b_k$ по формуле:

$$x^{(t+1)} = x^{(t)} - \frac{a_k^T x^{(t)} - b_k}{\|a_k\|^2} a_k, \quad (13)$$

где, для ограничений-интервалов $[a_{ij}, b_{ij}]$ проекция сводится к обрезке значения переменной до границ интервала; для ограничений по приоритету объектов проекция реализуется занулением соответствующих переменных.

Таким образом, формируется последовательность приближений, сходящаяся к допустимой точке, если она существует (рисунок 2). В противном случае выявляются противоречивые ограничения, препятствующие решению задачи.

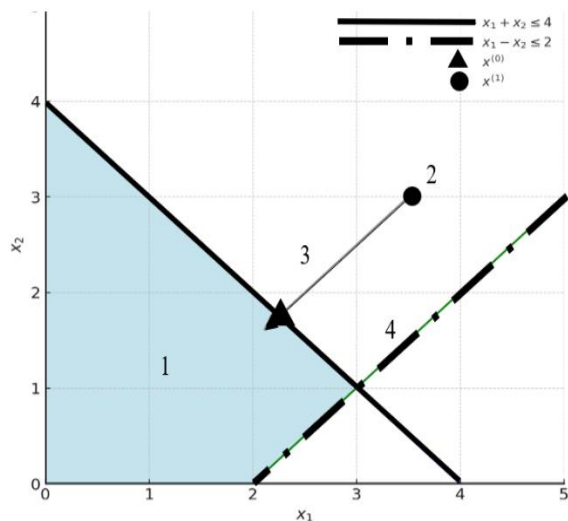


Рисунок 2. Пример визуализации метода Агмона-Мотцкина:

- 1 – множество допустимых решений (все ограничения выполняются);
- 2 – точка $x^{(0)}$ начальное приближение, которое нарушает ограничение;
- 3 – стрелка показывает ортогональную проекцию на границу $x_1 + x_2 = 4$;
- 4 – точка $x^{(1)}$ – скорректированное приближение.

На следующей итерации снова проверяется система ограничений и при необходимости «подтягивается» точка на другую границу, пока не окажется в пересечении всех условий.

Результатом объёмно-календарного планирования является календарный график выполнения ремонтных работ (помесячный или поквартальный), распределение производственных ресурсов по периодам, прогноз изменения технического состояния объектов, а также база для корректировки планов при изменении внешних условий.

Этап 4. Контроль, адаптация и реализация.

На заключительном этапе выполняется контроль соответствия плана ресурсным и временным лимитам, прогноз изменения технического состояния объектов, а также корректировка планов при изменении исходных условий (например, перераспределении ресурсов или появлении аварийных заявок) с использованием разработанной системы, новизна которой подтверждена отличительными признаками по патенту на изобретение № 2801374 «Система с ролевым управлением доступом к организации эксплуатационного содержания зданий и сооружений» [3] (рисунок 3).

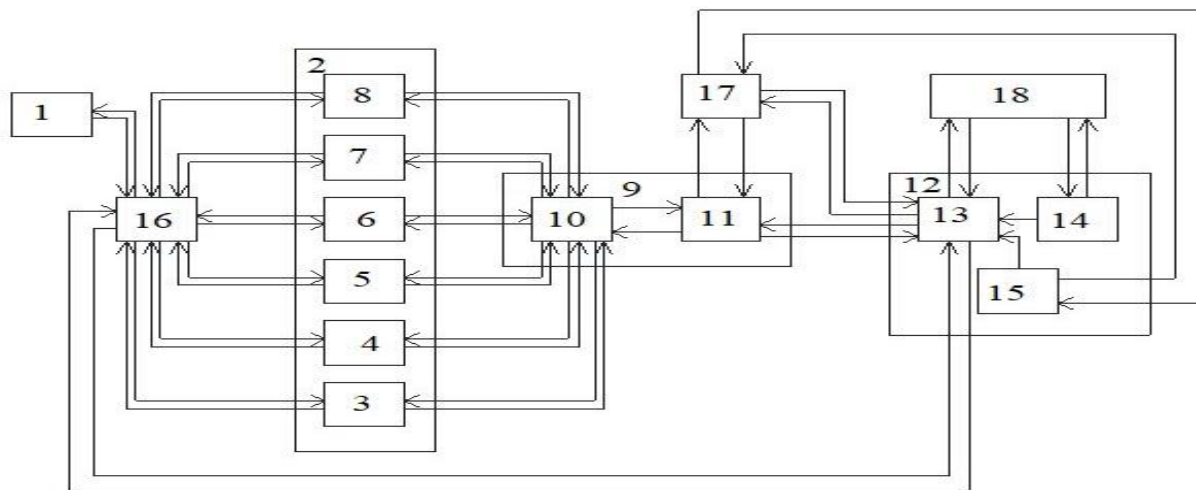


Рисунок 3. Схема системы с ролевым управлением доступом к организации эксплуатационного содержания зданий и сооружений

Обозначение: 1 – блок контроля уровня допуска к информации; 2 – модуль источников исходных данных;

3 – блок ввода первичных данных на техническое обслуживание технических устройств; 4 – блок ввода первичных данных на санитарное содержание; 5 – блок ввода первичных данных на текущий ремонт; 6 – блок ввода первичных данных на капитальный ремонт; 7 – блок ввода первичных данных на реконструкцию; 8 – блок ввода первичных данных на демонтаж; 9 – модуль анализа информации; 10 – блок подготовки проектов государственных контрактов; 11 – блок проведения аукционов; 12 – модуль обработки информации; 13 – блок контроля выполнения государственных контрактов; 14 – блок ввода сведений о нарушениях; 15 – блок ввода сведений об устранении и исправлении замечаний; 16 – рабочая станция реализации роли заказчика; 17 – рабочая станция реализации роли подрядчика; 18 – рабочая станция реализации роли лица, эксплуатирующего здания и сооружения.

Система обеспечивает разграничение прав доступа к планам распределения ресурсов и графикам работ в зависимости от роли (орган военного управления, эксплуатационное подразделение, подрядная организация), защиту данных от несанкционированного изменения, централизованное хранение и актуализацию результатов объёмного и объёмно-календарного планирования, а также автоматизированный мониторинг исполнения заявок и фактического расходования ресурсов. При этом объёмный план распределения ресурсов x_{ij} и объёмно-календарный план x_{ijt} переводятся в управляемый контур исполнения и контроля в защищённой информационной системе с ролевым управлением доступом.

Эксплуатирующая организация поддерживает в системе актуальные данные: результаты обследований, фактические объёмы выполненных работ, потребление ресурсов и технологические ограничения. При появлении новых лимитов ресурсов, аварийных заявок, либо ограничений на выполнение работ в отдельных периодах сведения немедленно фиксируются в системе как события, требующие корректировки.

Система хранит параметры задач объёмного и объёмно-календарного планирования: потребности $P_r(i, j)$, $P_r(i, j, t)$, лимиты R_r и R_{rt} , границы a_{ij} и b_{ij} , приоритеты Π_i , величины устраняемого физического износа $\Delta\Phi_{ij}$. При изменении любого из этих параметров инициируется процедура перепланирования и повторный расчёт оптимального решения задач линейного программирования с выводом обновленной версии плана распределения ресурсов. На основе утверждённого плана система формирует проекты государственных контрактов с указанием объёмов, сроков, необходимых ресурсов и целевых показателей. Проведение аукционов, заключение

контрактов выполняются в защищённой среде с использованием электронной подписи и контролем прав доступа. В ходе реализации работ подрядчик отражает фактическое выполнение работ, расход ресурсов и прикрепляет подтверждающие материалы. Эксплуатирующая организация и заказчик осуществляют двусторонний контроль исполнения, регистрируют нарушения/замечания и фиксируют их устранение. Система автоматически сопоставляет плановые и фактические показатели (включая достигнутое $\Delta\Phi_{ij}$ по работам/объектам), определяет критические отклонения и предлагает варианты корректирующих действий (перераспределение ресурсов между работами и периодами, перенос работ с учётом технологической совместимости и приоритета объектов). Отчётность и завершение периода планирования осуществляется при формировании следующих отчётов: использование ресурсов по типам и периодам, достигнутый совокупный эффект $\sum \Delta\Phi_{ij}$, сведения по нарушениям и их устранению, а также суммарные показатели по объектам и видам работ. По завершении контрактного периода данные архивируются в защищённой базе, сохраняя непрерывность информации для следующих циклов планирования.

Таким образом, на 4-м этапе осуществляется практическая реализация результатов объёмного и объёмно-календарного планирования в управляемом контуре исполнения и контроля, обеспечивающем их выполнение в защищённой информационной системе с ролевым управлением доступом. На рисунке 4 представлен целостный алгоритм, включающий этапы подготовки исходных данных, оценки эффекта ремонтных мероприятий, постановки и решения оптимизационных задач, а также контроля и адаптации полученных решений в защищённой информационной системе.

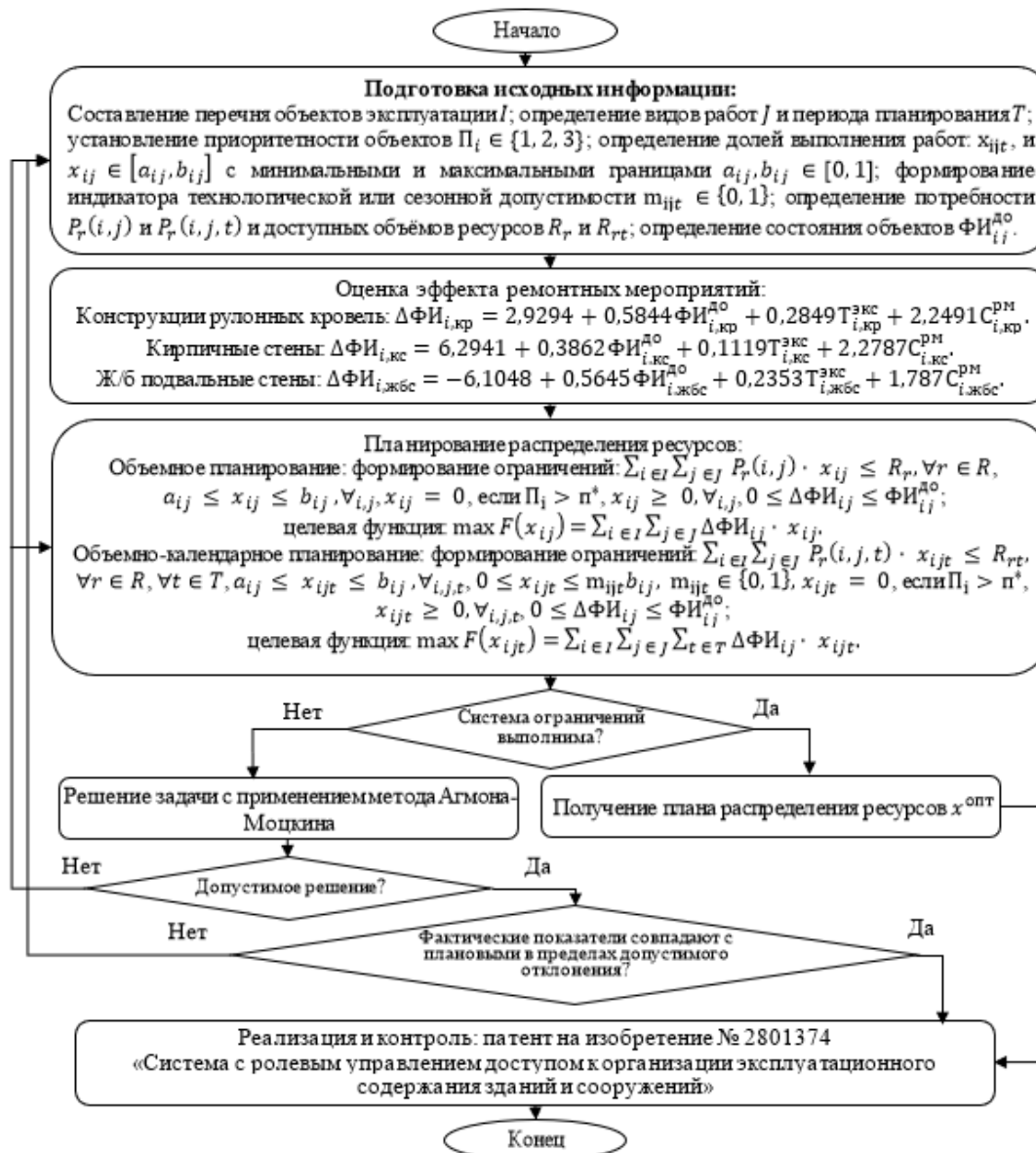


Рисунок 4. Алгоритм разработанного подхода к распределению производственных ресурсов при объёмном и объёмно-календарном планировании эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры

Предложенный подход является основой для разработки соответствующей методики, применяемой на стадии эксплуатации объектов военной инфраструктуры.

Литература:

1. Саркисов, С.В. Предложения по организации эксплуатационного содержания объектов военной инфраструктуры с применением разработанной информационной системы / С.В. Саркисов, Е. О. Добрышкин, П. В. Кижаяев // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 4(32). – С. 261-266. – EDN HJTPRK.
2. Бирюков, Ю.А. оптимизация поставок строительных материалов к объекту реконструкции / Ю.А. Бирюков, И.С. Титеев // Тыловое обеспечение войск национальной гвардии Российской Федерации на современном этапе развития: сборник научных статей XIII научно-практической конференции с международным участием, Пермь, 20 октября 2023 года. – Пермь: Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, 2023. – С. 60-65. – EDN PMOLIL.
3. Патент № 2801374 С1 Российская Федерация, МПК G06Q 10/06, G06F 21/62. Система с ролевым управлением доступом к организации эксплуатационного содержания зданий и сооружений: № 2022109344: заявл. 07.04.2022: опубл. 08.08.2023 / Е.О. Добрышкин, И.С. Титеев, С.В. Саркисов, П.В. Кижаяев – EDN EWYBHS.

4. Добрышкин, Е.О. Управление эксплуатационным содержанием объектов инфраструктуры на основе информационного моделирования и применения автоматизированных систем / Е.О. Добрышкин, И.С. Титеев, Н.В. Курашев // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: Материалы VI Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19-21 апреля 2023 года / Под общей редакцией А.А. Семенова. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 26-31. – DOI 10.23968/BIMAC.2023.004. – EDN YMCXSN.
5. Обоснование выбора вариантов реконструкции зданий на основе системного анализа и сформированной иерархии критериев, влияющих на принятие решений / А.Н. Бирюков, Ю.Н. Казаков, Ю.А. Бирюков, И.С. Титеев // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2024. – № 1(58). – С. 67-78. – DOI 10.24866/2227-6858/2024-1/67-78. – EDN XZCMOS.
6. Патент № 2839370 С1 Российская Федерация, МПК G01N 29/04, G01M 7/00. Устройство для оценки технического состояния конструкций: заявл. 15.01.2025; опубл. 30.04.2025 / В.Б. Коновалов, Р.Л. Кашеев, С.В. Саркисов [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. – EDN OAFDRO.
7. Саркисов, С.В. Методика организации реконструкции и демонтажа гидротехнических сооружений объектов базирования флота / С.В. Саркисов, А.В. Яковлев, Е.О. Добрышкин // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 2(30). – С. 267-287. – EDN QCENSN.
8. Анфилов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
9. Немчинов В.С. Экономико-математические методы и модели. – М.: Соцэкгиз, 1962. – 478 с.
10. Булыга А.М., Коновалов В.Б., Саркисов С.В. [и др.]. Экономический комплекс России как базис обороноспособности страны. Аспекты технологии и экономики / – СПб.: ФГАО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2025. – 251 с. – ISBN 978-5-7422-8919-7. – EDN NSOFPR.
11. Коновалов В.Б., Саркисов С.В. Военное строительство Министерства обороны США / Военный инженер. – 2024. – № 2(32). – С. 11-29. – EDN CJGJOC.
12. Коновалов В.Б., Саркисов С.В. Военно-строительный комплекс министерства Вооруженных сил Франции // Военный инженер. – 2024. – № 3(33). – С. 3-12. – EDN QEFBWH.
13. Саркисов С.В., Яковлев А.В., Добрышкин Е.О. Методика организации реконструкции и демонтажа гидротехнических сооружений объектов базирования флота / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2024. – № 2(30). – С. 267-287. – EDN QCENSN.
14. Коновалов В.Б., Саркисов С.В., Вакуненко В.А., Смелик А.А. Совместная работа Военного института (инженерно-технического) ВА МТО и Военного инновационного технополиса ЭРА / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № 9(10). – С. 9-22. – EDN QWPSCP.
15. Коваль С.В., Саркисов С.В., Добрышкин Е.О. Модель напряженно-деформированного состояния расчетной области грунтового массива, вмещающего сооружение, при динамических воздействиях / Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2025. – № 3(35). – С. 228-235. – EDN BYPBHQ.

Роль медицинской и инженерной служб в профилактике в XIX и первой половине XX века водных инфекций, связанных с военными конфликтами**The role of medical and engineering services in the prevention of waterborne infections associated with military conflicts in the 19th and first half of the 20th century**

Аннотация. Важнейшие закономерности эпидемий, сопоставление особенностей их возникновения и распространения с учетом факторов среды обитания, воздействующих на человека в условиях военного конфликта – являются предметом противоэпидемического и санитарно-гигиенического обеспечения войск. Водные инфекции, зарегистрированные в XIX и первой половине XX века, имели особенности, которые не утратили актуальности и должны учитываться при проведении профилактических мероприятий в условиях современных локальных конфликтов, характеризующихся применением военной силы в ограниченных масштабах для достижения социально-политических целей.

Abstract. The most important patterns of epidemics, the comparison of the features of their occurrence and spread, taking into account the environmental factors affecting humans in the context of a military conflict, are the subject of anti-epidemic and sanitary-hygienic support for troops. Waterborne infections recorded in the 19th and first half of the 20th century had features that have not lost their relevance and should be taken into account when conducting preventive measures in the context of modern local conflicts characterized by the use of military force on a limited scale to achieve socio-political goals.

Ключевые слова: водоснабжение, военный конфликт, эпидемическая обстановка, боеспособность войск.

Keywords: water supply, military conflict, epidemic situation, and military combat capability.

Материал и методы.

Проанализированы статьи, размещенные в базах данных и информационных системах (научной электронной библиотеке Elibrary.ru, РИНЦ, Scopus) по исследованию отличительных черт возникновения, распространения и профилактики во время военных конфликтов инфекционных заболеваний водного происхождения.

Цель – провести анализ особенностей водных инфекций в русской (советской) армии, зависевших от деятельности медицинской и инженерной служб, влиявших на эпидемическую обстановку и боеспособность войск.

Результаты. Известно, что при одних социальных отношениях создаются такие условия, при которых эпидемический процесс развивается, при других – не проявляется или затухает. К первым, прежде всего, относятся условия, обусловленные военными конфликтами и войнами, способствующие проявлению

жизнедеятельности (эволюционно выработанных биологических потребностей) возбудителей инфекционных болезней.

Среди военных эпидемий, имевших катастрофическое распространение в XIX и первой половине XX века в связи с использованием военными недоброкачественной воды ведущее место, занимали брюшной тиф, бактериальная дизентерия и вирусный гепатит.

Войны издавна сопровождалась развитием эпидемий, среди которых брюшной тиф, имеющий и водный механизм передачи инфекции, играл немалую роль. Л.В. Громашевский и Г.М. Вайндрах отмечали, что «наносимые им опустошения умерялись сравнительно малочисленностью армий прошлых столетий» [5]. Однако развертывание многотысячных армий при отсутствии эффективной системы профилактических мероприятий послужило причиной существенного изменения санитарной обстановки.

Так, в Отечественную войну 1812 года санитарное благополучие армии резко ухудшилось в конце года, когда началось преследование отступающей с боями наполеоновской армии. Ее военнослужащие являлись источником инфекции (брюшного тифа), в том числе загрязнения водоемов. Принимались решительные меры по снижению инфекционной заболеваемости в армии и среди населения. Александр I утвердил предложение об организации на освобожденной от врага территории уборки и сожжение трупов людей и животных. В Москве было сожжено 11 958 трупов людей и 12 576 павших лошадей. В Можайском уезде – соответственно 56 811 и 31 664, в Минской губернии – 48 903 и 3 062, в Смоленской – 71 735 и 50 430, в Виленской – 72 203 и 9 407, в Калужской – 1 027 и 4 384 и т. д. Подобная очистка территории России от источников инфекций была завершена к 13 (25) марта 1813 года. Тем не менее число больных было велико: в период преследования Наполеона русская армия потеряла 48 тысяч человек, из них убитыми и ранеными только 12 тысяч.

Высокая заболеваемость в 1828-1829 гг. во время русско-турецкой войны на Дунайском театре военных действий во многом определялась медико-географическими условиями: недоброкачественная вода, резкие перепады дневных и ночных температур, употребление в пищу незрелых фруктов и др. Во все воинские части были разосланы медицинские указания, утвержденные Я.В. Виллие, содержащие рекомендации воздерживаться от ночных маршей и маршей в жаркое время дня, не допускать питья воды из луж и канав, иметь запас чистой воды в манерках (фляжках), избирать для стоянок места сухие, вблизи текущей воды и т.п. Однако в ходе войны эти рекомендации часто не выполнялись. За 27 месяцев войны армия потеряла 118 795 человек, преимущественно от болезней (более 108 тыс.) [8].

Дефицит эффективной системы предупредительных мероприятий обусловило быстрое распространение брюшного тифа со второй половины XIX века, оттеснив по этому критерию сыпной тиф, считавшийся военным бедствием XVIII и начала XIX века. Л.В. Громашевский и Г.М. Вайндрах приводят следующие данные о распространении

брюшного тифа. В североамериканской армии во время гражданской войны 1861-1865 гг. смертность от брюшного тифа составляла около 2 000 на 10 000 человек. В период франко-прусской войны 1870-1871 гг. в германской армии, насчитывавшей 815 000 человек, было зарегистрировано 911 случаев брюшного тифа на 10 000 человек. В русско-турецкую войну 1877-1878 гг. заболеваемость в русской армии брюшным тифом на балканском фронте достигала 1070 на 10 000, а на Кавказском – 2 500 на 10 000 человек. Чудовищной заболеваемостью сопровождалась английская экспедиция 1882-1885 гг. в Египет: 9 280 на 10 000 человек. В русско-японскую войну заболеваемость была существенно меньше. Так, в 1904 г. показатель имел следующие параметры: 255 на 10 000 личного состава и в 1905 г. – 111 на 10 000 человек [5].

В это время существенным подспорьем по предупреждению заразных болезней послужила разработанная Военно-медицинским ученым комитетом Инструкция о мероприятиях против развития и распространения заразных болезней в армии, содержащая ряд разделов, включая: питьевая вода, инструкция для очистки и обеззараживания питьевой воды в походе, пищевое довольствие, соблюдение личной опрятности и др. Существенную роль в сохранении здоровья войск на бранных полях Маньчжурии сыграл обыкновенный чай, употребляемый в условиях строжайшего запрета пить сырую воду [8].

В XIX веке в армиях к факторам, способствовавшим водным инфекциям, следует отнести как отсутствие должностных лиц, ответственных за полевое водоснабжение, так и технических средств, предназначенных для добычи, обработки, хранения и транспортировки питьевой воды.

Первая мировая война 1914-1918 гг. характеризовалась заметными успехами в предупреждении эпидемического распространения брюшного тифа, в первую очередь за счет поголовного применения предохранительных прививок во всех воюющих странах. В результате заболеваемость брюшным тифом в армиях заметно не выходила за пределы заболеваемости мирного времени. В русской армии в 1916 г. удалось снизить заболеваемость брюшным тифом до 3,16 %. С организацией

в 1918 г. Красной Армии была восстановлена и прививочная работа в армии, что обусловило соответствующий эпидемиологический эффект: в 1919 г. заболело 1,16 %, в 1924 г. – 0,028 % [5].

Еще одним, причем постоянным спутником войн является бактериальная дизентерия, о проявлениях которой писали Гиппократ, Цельс, Арретей. Эпидемии дизентерии во Франции отмечены уже в VI веке н.э., в IX веке ее вспышки наблюдались среди немецких войск в Венгрии. Все войны в XVI-XVIII веках сопровождались двумя инфекциями: сыпным тифом, распространявшимся особенно сильно зимой и в начале весны, и дизентерией, имевшей высокую интенсивность в течение лета и в начале осени. Во время Семилетней войны (1756-1763 гг.) через неделю после битвы при Деттингене в английской армии было уже поражено до 500 человек, а через несколько недель эпидемия дизентерии охватила половину армии, лишив ее боеспособности. Уже в XIX веке были опубликованы описания водных вспышек дизентерии, по своей убедительности, не уступающие современным эпидемиологическим обследованиям [5]. Так, французский военный врач Реад наблюдал в 1770 году в Беариском полку водную эпидемию дизентерии (в августе и сентябре зарегистрировали 91 больного). При анализе воды в колодцах, которыми пользовался полк, врач обнаружил повышенные концентрации «серной печени» (смесь K_2S_2 , K_2SO_4 и K_2SO_3 , применявшейся в качестве слабительной соли при лечении дизентерии), которая поступала в колодцы с фекальными массами, просачивавшимися из отхожих мест, расположенных около этих колодцев. Больные дизентерией солдаты нередко до 8 дней оставались в своих казарменных помещениях, до того, как их помещали в госпиталь. Свои соображения Реад доложил командованию и колодцы закрыли. Эффект (снижение заболеваемости) проявился уже через неделю [5].

Начало XIX века (1811 и 1814 гг.), отмеченное в истории Европы наполеоновскими войнами, отличалось несколькими дизентерийными эпидемиями во французских войсках. Военные эпидемии дизентерии сохраняли свою интенсивность на протяжении всего XIX века [5]. Так, во время русско-турецкой войны 1828-1829 гг. в 65-тысячной русской армии умерло от

дизентерии 2% личного состава, в крымскую кампанию 1854-1855 гг. английская армия потеряла 2,2% своего состава, французская армия была поражена в еще большей степени. За два года русско-турецкой войны 1877-1878 гг. в дунайской русской армии заболело дизентерией 57 275 человек, среди которых летальность достигала 16,7%, в кавказской русской армии – 22 084 заболевших (летальность 16%). Первая мировая война на западноевропейском фронте сопровождалась незначительным повышением заболеваемости дизентерией. Во французских войсках за всю войну было зарегистрировано около 11 500 заболеваний. В Германии в течение 1914-1920 гг. насчитывалось более 40 000 случаев смерти от бактериальной дизентерии, причем около 1/5 от этого числа приходилось на военнослужащих и военнопленных.

Таким образом, до Второй мировой войны факторы, способствовавшие возникновению и распространению водных инфекций, начали активно исследоваться и как результат – делались первые шаги по разработке и применению предохранительных мер со стороны санитарной (медицинской) службы (в первую очередь вакцинация личного состава и дезинфекция питьевой воды) и инженерной службы (индивидуальные и коллективные полевые средства водоподготовки, транспортировки воды).

В 1944 г. относительное эпидемическое неблагополучие наблюдалось в ряде районов глубокого тыла страны (СССР) по брюшному тифу. Так, в городе К. в результате инфицирования больными и бациллоносителями смотрового колодца водопровода вспыхнула водная эпидемия брюшного тифа, охватившая с 19 октября в течение месяца 254 человека [1].

Ко времени вступления наших войск на территорию Германии ее эпидемическое состояние было весьма серьезным вследствие дезорганизации хозяйства, массового разрушения городов, систем централизованного водоснабжения, недостатка продовольствия, а главное, чрезвычайная по своим масштабам стихийная миграция огромных масс населения. Из инфекционных заболеваний в годы войны наибольшее распространение в Германии имели брюшной тиф и паратифы А и Б, дизентерия, а также

детские инфекции (скарлатина и дифтерия). По данным санитарно-эпидемиологической разведки, к моменту вступления наших войск в 1945 г. на территорию Германии там имело место весьма широкое распространение некоторых инфекционных заболеваний: в районах Макленбургской, Брандербургской провинций, земель Саксонии, Тюрингии и провинции Саксония-Ангальт был зарегистрирован брюшной тиф (103641 больной), дизентерия (16847 больных), сыпной тиф (614 больных), дифтерия (62770 больных), скарлатина (9985 больных). Санитарное состояние Берлина к этому времени резко ухудшилось: из 16 водопроводных станций работали только 4, канализация не действовала, на улицах города находилось большое количество трупов людей и животных. Система санитарно-эпидемиологических и лечебных учреждений была полностью дезорганизована [14]. Для улучшения санитарной обстановки командованием и медицинской службой Советской Армии был принят ряд профилактических мер. Весь личный состав частей и соединений (2,5 млн человек) был подвергнут ревакцинации против брюшного тифа. После взятия Берлина удалось ввести в строй 12 водопроводных станций. Военно-санитарное управление 1 Белорусского фронта создало 5 оперативных противоэпидемических групп для работы в городе и пригородах. Для уборки Берлина была выделены 265 санитарных инструкторов [3]. В результате принятых противоэпидемических мер угрозу распространения инфекционных заболеваний среди наших войск удалось предотвратить. Однако возникшая тяжелая эпидемическая обстановка по брюшному тифу все же сказалась на уровне заболеваемости им личного состава, действовавшего на территории Германии: количество заболеваний в марте 1945 г. по сравнению с январем увеличилось на 10%, а в апреле – на 28 %.

Определенный интерес представляет заболеваемость вирусным гепатитом А, имеющем ряд механизмов передачи инфекции, включая водный, в вооруженных силах США в период осуществления некоторых наступательных операций в годы второй мировой войны, а также во время интервенции в Корею (1950-1953 гг.)

и в Южном Вьетнаме (1965-1973 гг.). Наиболее интенсивное сосредоточение в 1942 г. вооруженных сил США началось в бассейне Средиземного моря, где к 1943 г. США имели две армии общей численностью 400 000 человек [9]. В 1942 г. было зарегистрировано 49 111 случаев заболеваний вирусным гепатитом (122,7 на 1000 личного состава), в 1943 г. – 27 433 случаев (68,6 на 1000 человек), в 1945 г. – 76 595 случаев (191,5 на 1000 личного состава) [12]. Следовательно, наиболее высокий уровень заболеваемости вирусным гепатитом А наблюдался на завершающем этапе войны. Во время интервенции вооруженных сил США в Корею (1950-1953 гг.) вирусный гепатит вновь получил широкое распространение: в ноябре 1950 г. было зарегистрировано 31 000 случаев заболеваний вирусным гепатитом (31 на 1000 личного состава), в январе 1951 г. – 35 000 случаев (35 на 1000 человек) [15, 17]. Показатель заболеваемости на 1000 личного состава вирусным гепатитом А в войсках США, действовавших во Вьетнаме в 1965-1967 гг., колебался в пределах 4,1-6,7 [18]. Предполагается, что причины заноса вирусного гепатита в воинские коллективы США были обусловлены контактами с местным населением и зараженностью водоисточников [16].

В 3-й французской армии во время первой мировой войны (1914-1918 гг.) возникла крупная эпидемия брюшного тифа. Общая численность заболеваний этой инфекцией с августа по декабрь 1914 г. составила 45 450 случаев, с 18% смертельных исходов. В значительной степени распространению инфекции в войсках способствовало крайне неудовлетворительное санитарное состояние населенных пунктов (Лотарингия и Аргонны), в которых располагались войска. Так, в Аргоннах нечистоты накапливались в поверхностных слоях почвы, что приводило к интенсивному загрязнению различных источников водоснабжения, особенно колодцев. По этой причине в воде регистрировалась высокая концентрация кишечной палочки [11]. Эпидемия брюшного тифа в 3-й французской армии была обусловлена несколькими причинами. Во-первых, практически отсутствовала санитарно-эпидемиологическая разведка. Во-вторых,

в начальном периоде эпидемии не было принято своевременных и необходимых мер. В-третьих, интенсивному развитию эпидемии способствовало антисанитарное состояние населенных мест и большая скученность размещенных в них войск. В-четвертых, быстрый подъем уровня заболеваемости брюшным тифом указывает, что наряду с контактным путем передачи инфекции имел место и водный фактор.

Особое место в истории Великой Отечественной войны занимает героическая оборона Ленинграда. В кольце блокады оказались 2 544 000 человек населения и основные силы Ленинградского фронта общей численностью около 500 000 военнослужащих [13].

Тяжелое положение было обусловлено в том числе отключением в конце января 1942 г. Центральной водопроводной станции на 36 часов, что при сильных морозах привело к замораживанию водопроводных магистралей и фановой системы. В результате этого вышла из строя водопроводная сеть города, вода перестала поступать в большинство домов. Население было вынуждено брать воду из открытых водоемов: Невы, Фонтанки, Мойки и других каналов. Общее санитарное состояние города ухудшилось как в связи с отсутствием централизованного водообеспечения, так и водоотведения. Во дворах домов, различных помещений, на улицах и площадях появилось много нечистот и мусора, что серьезно осложнило эпидемическую обстановку и обусловило высокую опасность возникновения среди войск и гражданского населения различных инфекционных болезней. Основные работы сотрудников водоканала в условиях города-фронта были направлены на дублирование насосных установок, подачу неочищенной, но хлорированной воды, минуя очистные сооружения в случае их повреждения [2]. Учитывая, что весной 1942 г. загрязненный снег и лед с уличных проездов и дворов сбрасывались непосредственно в водные протоки города, было очевидным, с каким вниманием следовало контролировать качество воды, доступной для потребителей. За все блокадное время особое внимание уделялось обеззараживанию воды хлором как единственному и доступному способу обработки. В условиях напряженной

работы очистных сооружений усиленное хлорирование, хотя и без коагуляции, позволяло подавать в Ленинград воду, соответствующую гигиеническим требованиям.

На Ленинградском фронте широкое распространение получило водоснабжение с помощью водных пунктов. Этому способствовали своеобразные гидрогеологические условия местности и стабильность фронта. Развертывание водных пунктов, начиная от ротных и батальонных и кончая дивизионными, началось в 1942 г. Малые водные пункты устраивались на переднем крае, рядом с ротной кухней, полковым медицинским пунктом и др. Эти водные пункты обычно располагались у шахтных колодцев или у открытых водоемов и состояли из землянок с резервуарами для отстаивания и хлорирования воды. Вода подавалась в землянку насосом. Крупные водные пункты создавались для водоснабжения войсковых соединений.

Организация водоснабжения войск Ленинградского фронта была следующей. Район сосредоточения войск представлял собой равнину, понижающуюся к котловине Ладожского озера и реке Неве, поросшую лесом с заболоченными участками глубиной до 4-х м. В геологическом отношении район был сложен озерно-ледниковыми песками мелкими и крупнозернистыми с галькой мощностью от 1 до 10 м. Подстилали их суглинки с валунами и ленточные глины. Ленточные глины залегают на глубине 10 м и более. Глины пластичные, вязкие, не содержат валунов, но имеют тонкие и многочисленные прослойки песков. Переходные зоны представляют собой озерно-ледниковые пески и суглинки с валунами. Породы грунта в верхней зоне на заболоченных участках покрыты торфом [10].

Водоносность пород оказалась неоднородной. Наиболее водоносными оказались озерно-ледниковые пески. В песках водоносные горизонты залегают на глубине от 1,5 до 10 м в зависимости от близости водоупорных слоев грунта. Колодцы в этих местах не пересыхали, не промерзали и имели относительно высокую производительность от 2 до 10 м³/сут. По химическому составу вода имела значительную общую минерализацию, но являлась вполне пригодной для питья и технических целей.

На основании поставленной начальником инженерных войск фронта задачи по обеспечению войск водой было подсчитано, что в данных гидрогеологических условиях потребуется оборудовать 100 колодцев. На оборудование 100 колодцев отводилось 18 дней. Поставленная задача была выполнена силами двух усиленных взводов гидротехнической роты в количестве 85 человек. Трудоемкость составила в среднем на один колодец глубиной от 2 до 5 м 15 человеко-дней.

Шахтные колодцы устраивались на большой площади примерно до 200 км² и располагались вдоль коммуникаций, рокадных дорог, мест проживания прибывающих войсковых частей. В зимних условиях источники воды оборудовались в упрощенном виде. Обделка колодцев выполнялась из свежесрубленного круглого леса, глиняные замки не делались, утепление осуществлялось лишь обсыпкой вала земли вокруг верхней части сруба. Вследствие забора для водоснабжения большого количества болотных вод производилась ее очистка нефелиновым коагулянтom. В местах забора болотной воды организовывались упрощенные водные пункты, оборудованные двумя резервуарами емкостью 1000 л каждый, установленных в летней палатке. Тепло в палатке поддерживалось времянками (металлическая печь). Два бойца, снабженные заранее расфасованным нефелиновым коагулянтom, обслуживали водный пункт, обеспечивая выдачу до 20 м³/сут осветленной и обеззараженной воды.

При ознакомлении с общим планом наступления в 1943 г., намеченного командованием, гидротехническое подразделение было разбито на четыре отряда и резерв командира роты. К каждому отряду прикреплен лаборант. Отряд был обеспечен инструментом, одним миноискателем, необходимым количеством хлорной извести и нефелинового коагулянта. Кроме того, в качестве резерва было подготовлено 4 фильтра-повозки, резервуары, запасы коагулянта и хлорной извести. В состав каждого отряда вошли бойцы – начальники будущих водных пунктов, обученные обращению с реагентами и санитарным правилам. Командиры отрядов заранее ознакомлены с маршрутами движения войск, изучали рельеф, гидрогеологические и другие условия будущего района действия.

В процессе боя выяснилось, что два маршрута наступления развивались медленнее, чем остальные. Поэтому намеченный план пришлось в ходе боя изменить, т.е. организовать из четырех отрядов два. Кроме того, сразу же с началом активных боевых действий выявилась необходимость иметь свою разведку, чтобы своевременно принимать необходимые решения. На другой день операции было организовано отделение разведки, которое направляло по 2-3 человека на каждый маршрут с задачей установить положение частей, из каких источников они питаются водой, наличие старых источников воды, необходимость организации новых пунктов водоснабжения. За разведкой в намеченные пункты отправлялись бойцы для выполнения работ.

Всего на левом берегу Невы было оборудовано 120 источников воды, которые в большинстве случаев представляли собой колодцы, сделанные из подручных материалов. Располагались они в населенных пунктах (Шлиссельбург и др.) и рощах, в которых можно было замаскировать расположение наших войск. Кроме новых колодцев были использованы сделанные ранее немцами или населением 9 колодцев. Эти колодцы после обследования лаборантом чистились, хлорировались и неоднократно откачивались. Водных пунктов с очисткой воды было организовано 3 единицы, один из которых на командном пункте армии.

В связи с выходом воинских частей на новые рубежи и организацией на них оборонительных рубежей перед гидротехнической ротой была поставлена задача, сделанные ранее колодцы по упрощенной схеме переоборудовать для эксплуатации на более длительный срок. Эти колодцы углубили, их срубы и крышки улучшили. После этого их сдавали под охрану и эксплуатацию занимающей оборону войсковой части.

Во время подготовки Нарвского плацдарма к весне туда был направлен гидротехнический взвод, который при содействии частей за 10 дней отрыл 30 колодцев и отремонтировал 50 старых колодцев [7].

Резюмируя опыт работы водных пунктов на Ленинградском фронте, санитарный инспектор по водоснабжению Н.З. Дмитриев пришел к следующим выводам: 1. Полевые войска в течение 2 лет

располагались стационарно, находясь в условиях активной обороны, и колодезное водоснабжение удовлетворяло этим условиям тактической обстановки. 2. Организация водных пунктов требовала выделения для этой цели людей и их обучения, что не всегда возможно осуществить по условиям боевой обстановки. 3. Эксплуатационные взводы гидророт при развитии сети водных пунктов в армии не всегда были в состоянии своими силами обслужить их, даже при условии полного укомплектования личным составом. 4. При организации укрупненного водного пункта требуется тара и транспортные средства для доставки воды в части и подразделения, что не всегда можно было обеспечить. 5. Работники инженерной и санитарной служб не располагали достаточным опытом очистки и обеззараживания питьевой воды в масштабе крупного водного пункта. 6. Строевое командование не всегда правильно оценивало важное значение очистки и обеззараживания воды для санитарного благополучия войск [3, 5].

Благодаря принятым мерам удалось предотвратить развитие эпидемий как среди войск Ленинградского фронта, так и среди населения блокированного города. По рекомендации сотрудников Института им. Пастера в 1943 г. была проведена поголовная трехкратная энтеральная иммунизация, причем прививками были охвачены свыше миллиона человек, а исследования по иммунологии и специфической профилактике дизентерии и других кишечных инфекций явились важной частью интенсивного изучения иммунологических особенностей инфекций в условиях военного времени [12].

За все время блокады в инфекционных больницах Ленинграда на излечении находилось около 14 800 человек. К концу 1942 г. заболеваемость среди личного состава войск снизилась по сравнению с весной того же года по сыпному тифу в 2 раза, по дизентерии – в 2,5 раза [4].

Таким образом, во время блокады Ленинграда и в целом во время Великой Отечественной войны система санитарно-гигиенического обеспечения, включая немедицинский и медицинский блоки, показала свою управляемость, и достаточно высокую результативность. Безвозвратные

и санитарные потери, связанные с инфекционной заболеваемостью, не превышали потери от действий противника и не являлись ведущими в снижении боеспособности войск и работоспособности населения. Число факторов, способствовавших возникновению и распространению водных инфекций, сократилось: сформированные инженерные войска (гидротехнические подразделения) занимались с полной ответственностью полевым водоснабжением и отвечали за основные его элементы (разведку, добычу, обработку и хранение воды). Одновременно медицинская (санитарная) служба совершенствовали средства иммунопрофилактики, лабораторные методы контроля качества питьевой воды, методы ее эффективной дезинфекции.

Заключение. Водные инфекции, имевшие место в XIX, связанные с военными конфликтами, и во время Первой мировой войны, имели следующие особенности:

- инфекции характеризовались широким распространением одновременно с другими (алиментарными, воздушно-капельными и трансмиссивными);

- отсутствие эффективной системы профилактических мероприятий послужило причиной катастрофического распространения военных эпидемий, включая водного происхождения;

- основные составляющие инфекционного процесса (возбудитель, восприимчивый макроорганизм и окружающая среда) еще не являлись предметом всестороннего научного исследования;

- вследствие не проведения лабораторного контроля безопасности питьевой воды потребители (военнослужащие и гражданское население) ошибочно ориентировались на ее органолептические свойства;

- существовала правовая неопределенность в ответственности за организацию полевого водоснабжения войск;

- безвозвратные и санитарные потери, связанные с инфекционной заболеваемостью, существенно превышали потери от действий противника и являлись ведущими в снижении боеспособности русской армии.

Ранжирование экспертами (n = 15) факторов, способствовавших возникновению и распространению водных инфекций в XIX веке, позволило расставить их следующим образом: первое место – отсутствие должностных лиц (службы), ответственных за полевое водоснабжение; второе – дефицит средств профилактической иммунопрофилактики; третье – использование неэффективных технических средств водоподготовки; четвертое – ограниченные возможности лабораторного контроля качества воды; пятое – недостаток средств дезинфекции воды, используемой для питьевых целей.

Во время Великой Отечественной войны на примере войск, защищавших Ленинград, отмечена иная тенденция: потери, связанные

с инфекционной заболеваемостью, не превышали таковые от действий противника и не являлись ведущими в снижении боеспособности войск.

Наконец, уместно привести вывод, сформулированный А.А. Будко: опыт войн и вооруженных конфликтов свидетельствует о том, что военная медицина – не только сфера медицинского обеспечения военнослужащих на поле боя и в тылу, это неотъемлемая составляющая военной стратегии любой развитой страны и ее оборонного комплекса, так как восполнение потерь в личном составе в условиях современной войны есть не только поддержание высокой боеготовности войск, но и обеспечение стратегической безопасности государства [8].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Башенин В.А. Курс частной эпидемиологии. – Л.: Медгиз, 1955. – 556 с.
2. Водоснабжение и водоотведение в Санкт-Петербурге / Коллектив авторов. – СПб.: Изд-во «Новый журнал», 2008 – 464 с.
3. Гигиена / Под ред. Ф.Г. Кроткова // Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне. – М.: Медгиз, 1955. – Т. 33. – 283 с.
4. Гладких П.Ф. Здравоохранение блокированного Ленинграда (1941-1943 гг.). – Л.: Медицина, 1980. – 248 с.
5. Громашевский Л.В., Вайндрах Г.М. Частная эпидемиология. – М.1947. – 700 с.
6. Жебрун А.Б., Чайка Н.А. Героические страницы эпидемиологии и микробиологии: институт имени Пастера в борьбе с инфекциями в годы Великой Отечественной войны и блокады Ленинграда // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 5 (266). – С. 45-50.
7. Инженерные войска города-фронта. Л.: Лениздат, 1979. 320 с.
8. История военной медицины России. XIX-начало XX в. / Под ред. И.Ю. Быкова, В.В. Шаппо. Т.3. – М.: Воениздат, 2008. – 559 с.
9. История Второй мировой войны 1939-1945 гг. – М.: Воениздат, 1976. – Т.7. – с. 371, 385.
10. Кириленко В.И., Лопатин С.А. Роль полевого водоснабжения Красной Армии в освобождении Ленинграда от фашистской блокады и победе в Великой Отечественной войне // Сб. научных трудов «1944; десять Сталинских ударов». – СПб.: Президентская библиотека, 2025. – Ч.1. – С.276-290.
11. Кричевский Я.Н. Санитарная служба французской армии во время мировой войны 1914-1918 гг. – М.: Воениздат, 1939. – С. 164.
12. Михин Г.А. Эпидемиологическая заболеваемость в американской армии // Военно-медицинский журнал. – 1953. – № 8. – С. 90.
13. Павлов Д.В. Ленинград в блокаде. – М.: Советская Россия, 1969. – С.84.
14. Смирнов Е.И. Война и военная медицина. 1939-1945 годы. – М.: Медицина, 1979. – 524 с.
15. Советская военная энциклопедия. – М.: Воениздат, 1977, Т.5. – С. 359-360.
16. Шубладзе А.К., Баринский И.Ф. Этиология вирусных гепатитов. – М.: Медицина, 1978. – С. 6.
17. Havens I., Paul I. Инфекционный гепатит и сывороточный гепатит. В кн. Вирусные и риккетсиозные инфекции человека / Под ред. Т. Риверса. – М.: Издательство иностранной литературы, 1955. – С. 411.
18. Sheehy T.W. Digestive disease as a national problem.VI. Enteric disease among United States troops in Vietnam. – Gastroenterology. – 1968, v. 55, № 1. – p. 110.

Поминова О.Л., Мамаев О.А.

Pomínova O.L., Mamaev O.A.

Педагогические стратегии противодействия идеологии терроризма

Pedagogical strategies for countering the ideology of terrorism

Аннотация. В статье авторы обосновывают и раскрывают понятие и сущность педагогических стратегий противодействия идеологии терроризма, реализуемых в образовательном процессе военных институтов.

Abstract. In the article, the authors substantiate and reveal the concept and essence of pedagogical strategies to counter the ideology of terrorism, implemented in the educational process of military institutions.

Ключевые слова: педагогические стратегии, гуманистическое развитие личности, рефлексивная позиция, ценностные ориентации, курсанты, военный институт, образовательный процесс, военно-политическая работа.

Keywords: pedagogical strategies, humanistic personality development, reflective position, value orientations, cadets, military institute, educational process, military-political work.

Процессы глобализации в экономической, политической и культурной сферах приводят к трансформации ценностей, обострению и напряженности межнациональных отношений, появлению оппозиционных групп. Системе образования отводится особая миссия в области воспитания у молодых людей гуманистической идеологии и морали, развития умений и навыков противодействия идеологии терроризма. Согласно «Стратегии противодействия экстремизму в Российской Федерации до 2025 года» в современных социально-политических условиях, крайним проявлением экстремизма является терроризм.

В последнее время среди ученых ведутся споры по поводу определения направлений и стратегий противодействия идеологии терроризма.

В этой связи актуальным являются исследования, которые рассматривают педагогические стратегии противодействия идеологии терроризма в образовательной среде вузов Министерства обороны.

Педагогическая стратегия представляет собой направленность внимания педагога

на воспитательную цель в соответствии с представлением о конечном результате воспитания или обучения. Каждая педагогическая стратегия имеет свою структуру и содержание, а задачи и средства реализации являются её элементами.

Стратегия – слово греческого происхождения, означающее искусное руководство, план поведения или действия, сознательно составленный набор операций для решения некоторой проблемы или достижения некоторой цели. Оно, также означает искусство планирования руководства, основанного на правильных и далеко идущих прогнозах [10].

В словаре по социальной педагогике мы видим, что «Стратегия (от греч. stratos – «войско» + ago – «веду») – искусство руководства общественной и политической борьбой; общий план ведения этой борьбы, исходящий из расстановки и соотношения основных политических сил на данном этапе исторического развития; алгоритм планирования действий, основанный на разбиении цели на подцели и поиске путей их достижения» [11, с. 298]. В Словаре

иностранных слов И.А. Васюкова стратегия трактуется как составная часть военного искусства, и как «искусство планирования (при руководстве чем-либо) на основе правильных и далеко идущих прогнозов» [3, с. 558].

Стратегия — это категория, которая активно используется в военной терминологии, что означает компонент военного искусства, его высшую область. Стратегия также рассматривается как искусство борьбы за лидерство. Содержание понятия «стратегический» связано не только с военным значением, но и отражает важность достижения общих целей на любом этапе [8, с. 11]. Стратегия как общий не детализированный план какой-либо деятельности, как правило, охватывает длительный период времени, способ достижения сложной цели. Она становится необходимой в ситуации, когда для прямого достижения основной цели недостаточно наличных ресурсов. Задачей стратегии является эффективное использование потенциала, направление его на достижение поставленной основной, главной, наиважнейшей цели.

Педагогическая стратегия представляет собой высший уровень перспективной теоретической разработки главных направлений педагогической деятельности, которая реализуется в профессиональных умениях методологического характера: проникновения в сущность явления, установления связей смыслов теории и практики, определения целей, постановки задач воспитания и обучения, развития и саморазвития на основе принципов, выбора условий и средств педагогического взаимодействия [14]

Позиции педагогов Л.А. Барановской и В.В. Игнатовой, заключаются в том, что *педагогические стратегии* они рассматривают как *педагогическую деятельность*, в которой есть цель, как стратегический ориентир, и есть средства её достижения; что педагогические стратегии — это процесс, протекающий во времени, представляющий совокупность целесообразных действий, направленных на достижение определённого результата [6, с. 12].

Щуркова Н.Е. отмечает, что педагогическая стратегия представляет собой направленность внимания педагога на воспитательную цель в соответствии с представлением о конечном результате воспитания или обучения [13].

В ходе обоснования педагогических стратегий противодействия идеологии терроризма, используемых в образовательной среде военного института, появляются различные проблемы, которые условно можно разделить на три составляющие:

1. Научные:

1.1. Отсутствие в научных кругах единого понятия терроризма, унифицированной сущностной концепции. У некоторых исследователей сложилось мнение о принципиальной невозможности его определения, хотя такой подход фактически выносит проблему за пределы научного анализа, признавая ее некий иррационалистический характер.

1.2. Отсутствие в научных кругах единой типологии террористической деятельности и того, что под ней подразумевается.

1.3. Отсутствие единого понимания идеологии терроризма. Многие исследователи задаются вопросом о том, существует ли вообще идеология терроризма как некая общая для всех экстремистских направлений теоретическая базовая основа. Ответ на этот вопрос неоднозначен.

В качестве единой доктрины или стройной теории её не существует. В сравнении с идеологией, например, коммунизма, фашизма, терроризм сразу обнаруживает глубокое различие. Он представляется явлением чрезвычайно расплывчатым, внутренне противоречивым и мозаичным. В классических идеологиях явственно выражается цельная и разветвленная система общих догм, теоретических постулатов, канонов и идей.

Однако, идеология, это не только доктрина, но ещё и непротиворечивая система мировоззренческих основ. И в этом смысле, можно говорить о существовании идеологии терроризма.

В поддержку этого утверждения приведём слова знаменитого учёного Уолтера Лакера, который говорил о том, что терроризм — это не набор чисто технических приемов, а мировоззренческая общность людей, которые им занимаются. Они могут принадлежать к различным частям политического спектра, но в основных моментах их ментальность имеет удивительное сходство.

2. Проблемы определения стратегий противодействия связаны с проблемами современного образования и определения его стратегий развития на XXI век.

К ним относятся:

2.1. Специфика военно-профессиональной направленности обучения и воспитания курсантов (воспитание толерантности и т.д.)

2.2. Комплекс общих проблем современного российского образования (непроработанность стратегии образовательной политики в сфере противодействия идеологии терроризма, отсутствием равновесия между традициями и нововведениями. Например, между вхождением в глобальный образовательный процесс и сохранением особенностей российского образования, его национальных корней, традиций, ценностей, лежащих в основе российской культуры.

3. Социально-культурные, социально-экономические и социально-политические проблемы, обусловленные современными тенденциями социально-политического развития, а именно:

3.1. Глобализацией и локализацией (стирание идентичности и радикализация).

3.2. Тенденцией слияния террористических группировок с политическими партиями (имеющих возможность оказывать идеологическое влияние) и т.д.

Конечным результатом работы педагогов по предупреждению идеологии терроризма должны стать убеждение курсантов в своей принадлежности к многонациональному российскому обществу, стойкое неприятие терроризма в любом его проявлении, психологический иммунитет к воздействию экстремистов. Ориентируясь на эти результаты, необходимо выстраивать педагогические стратегии противодействия идеологии терроризма. В стратегии мысленно реализуются заранее определенные намерения педагога (преподавательский состав, руководитель и другие субъекты образовательного процесса). Конкретная стратегия может рассматриваться как рамочный результат намерений педагога в сочетании с хорошо продуманной организацией соответствующего процесса или деятельности. Одним из направлений педагогической деятельности по противодействию идеологии терроризма

является разработка и внедрение в образовательную среду военных институтов, педагогических стратегий противодействия идеологии терроризма.

Несомненно, разработка педагогической стратегии – процесс творческий. Однако, обращение к опыту педагогов позволяет назвать несколько педагогических стратегий, которые могут эффективно применяться в целях предупреждения внедрения идеологии терроризма в сознание курсантов. Планируя и прогнозируя результаты воспитания, педагогу требуется учитывать сформированность ценностных ориентаций курсантов, направленность, устойчивость духовно-нравственного фундамента личности, психологические особенности, а также, возраст, податливость внешнему воздействию, социально-экономическое положение, этнокультурные особенности, религиозные чувства обучаемых и многое другое [7, с. 44].

Опираясь на принципы ноосферного образования – наследие В.И. Вернадского, можно обосновать педагогические стратегии противодействия идеологии терроризма.

Основы ноосферного образования, являются фундаментом для развития в первую очередь нравственных, а не потребительских ценностей на основе универсальной этики, признающей ценность жизни в любом ее проявлении [4, с. 185], с каждым днём становится только актуальнее.

Осмысление работ В.И. Вернадского с позиций образования для будущего, а также теоретические исследования и практика экологического образования, позволяют выделить следующие педагогические стратегии, позволяющие осуществлять профессиональную подготовку курсантов к противодействию идеологии терроризма.

Стратегия гуманистического развития личности ориентирована, прежде всего, на гармоничное развитие личности курсанта и обеспечение возможности для его саморазвития. Данная стратегия полностью отвечает современным прогрессивным педагогическим взглядам, направляющим личность на путь саморазвития как самый перспективный [9, с. 178]. Данная педагогическая стратегия создаёт условия для развития человека не потребителя, но творца, не противопоставляющего себя

миру, но ощущающего себя частью мироздания, осознающего свою ответственность за грядущее. Гуманистический подход предлагает путь обучения, основанный на особой трактовке человеческой природы. Ученые, придерживающиеся принципов гуманистического подхода, заявляют, что человек от природы хорош и способен к самосовершенствованию. С точки зрения гуманистического подхода сама сущность человека постоянно движет его в направлении личностного роста, творчества и самодостаточности. То есть, сторонники гуманистического подхода (в педагогике, психологии, персонологии – Я.А.Коменский, Виктор Франкл, Абрахам Маслоу, Эрих Фромм и многие другие – выдающиеся представители гуманистического подхода к личности) рассматривают людей как активных творцов собственной жизни, обладающих свободой выбирать и развивать стиль жизни, которая ограничена только физическими или социальными воздействиями. Так, теория личности Абрахама Маслоу – теория самоактуализации личности, основанная на изучении здоровых и зрелых людей, ясно показывает основные темы и положения, характерные для гуманистического направления.

Стратегии развития рефлексивной позиции курсанта.

Понятие рефлексия (лат. – обращение назад) означает (в философской науке), процесс анализа индивидом происходящего в его сознании [2, С. 156].

Рефлексия позволяет посмотреть на образовательный процесс «изнутри», учитывая особенности субъектов образовательного процесса. Как известно, на сегодняшний момент личность и ее развитие являются основными целями педагогического процесса, в том числе и в высшей военной школе.

В современных педагогических исследованиях рефлексивная позиция личности рассматривается как фактор формирования профессионально-ценностной позиции, как одно из условий эффективности процесса гуманизации взаимодействия в социальной среде. Причем, все исследователи сходятся в том, что рефлексивная позиция выступает одним из основных факторов развития личности, поэтому речь может идти и

о стратегии развития рефлексивной позиции. Рефлексивная позиция – это устойчивая осознанная система отношений личности к собственной деятельности во всех ее структурных компонентах и к себе как деятелю. Рефлексивная позиция курсанта представляет собой направленность на духовный самоанализ. Человек, не имеющий рефлексивной позиции, не отдаёт себе отчёта в своих действиях. Сформированная рефлексивная позиция позволяет личности осознавать мотивы своих поступков и своего места в мире, развитая рефлексивная позиция помогает курсанту выбрать осознанное направление своего развития и наполнить его содержанием, адекватным своим устремлениям, считает Т.Ф. Ушева [12, С.88].

В педагогике метод проблематизации, может быть применен тогда, когда педагог моделирует, конструирует проблемную ситуацию в отношении идеологии, идентичности или личности. В связи с этим, возникает необходимость переосмысления, в ходе чего формируется критическое отношение к используемым средствам и путям достижения цели, а затем происходит интуитивное решение проблемы иным путём. Правильно сформированная рефлексивная позиция курсанта является основой умения организации различных видов его деятельности. По нашему мнению, реализация педагогической стратегии развития рефлексивной позиции в образовательную среду военного института, является динамическим процессом профессионального развития личности курсанта. Рефлексивная позиция, представляет особую ценность в связи с тем, что позволяет курсанту принимать самостоятельные решения и вырабатывать собственное точку зрения, заставляет его размышлять и анализировать большие массивы различной информации. Стратегия развития рефлексивной позиции курсанта более применима для обретения практических навыков в ситуациях, связанных с непосредственной террористической угрозой.

Педагогическая стратегия формирования ценностных ориентаций.

Работа над проблемой разработки данной стратегии поднимает целый пласт важнейших для человечества вопросов:

формирование гуманистической иерархии ценностей, развитие нравственности, отказ от психологического насилия и многие другие. Ценностные ориентации человека представляют собой одну из важнейших характеристик его личности, так как, именно ценностные ориентации определяют отношение человека к окружающим людям и установлению взаимодействия с окружающей действительностью. Кроме того, ценностные ориентации оказывают регулирующее и детерминирующее воздействие на поведение, поступки и действия человека. **Ориентация** – это процесс личностного роста и развития, в котором выделяют изменение, формирование и интеграцию всех компонентов личности. Ориентация представляет собой процесс поэтапного развития личности курсанта и ее постепенного роста в психическом и моральном соотношении. Одной из таких задач педагогической стратегии ценностных ориентаций является формирование таких ценностных ориентаций у курсантов, которые, не отнимая у личности права на самобытность и своеобразие, способствовали бы развитию его индивидуального сознания, становлению жизненных планов.

Гражданская идентичность является неотъемлемой частью социальной идентичности, то есть своего собственного индивидуального осознания своей принадлежности к социальной группе.

Литература:

1. Бережнова Л.Н. Парадигма толерантности как модель постановки проблем и их решения в поликультурном обществе // Реальность этноса. Роль образования в формировании этнической и межконфессиональной толерантности: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. (Санкт-Петербург, 14-17 апреля 2009 г.) / Под науч. ред. И. Л. Набока. – в 2-х частях. – Часть 1. – СПб.: Астерион, 2009. – 474 с. С. 63-65.
2. Бережнова Л.Н. Рефлексивная деятельность – путь к успеху // Материалы научно-практической конференции «Стратегии педагогического успеха: пути и средства реализации». Ростов-на-Дону, 2005. С. 156-161.
3. Васюкова И.А. Словарь иностранных слов. – М.: АСКТ-Пресс, 1998. 640 с.
4. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. – М., 1991. 267 с.
5. Глухов А.П. Конструирование гражданской идентичности в полиэтническом пространстве российской школы. Национальная идентичность России и демографический кризис. Материалы II Всероссийской научной конференции, 2013. – 860 с.
6. Игнатова В.В., Барановская Л.А. Содействие как педагогическая стратегия. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2008. – 47 с.

При этом, кроме осознания и принятия факта гражданской принадлежности, на становление гражданской идентичности существенное влияние оказывают те эмоциональные переживания, с которым связана эта принадлежность. Базовым идентифицирующим механизмом, в данном случае, можно назвать патриотизм, который представляет собой чувство любви к Родине и признание за «своей» гражданской общностью высочайшей ценности [5, с. 638].

Используемая педагогическая стратегия формирования ценностных ориентаций у курсантов помогает курсантом правильно принимать решения, основанные на истинных ценностях и убеждениях, выстраивать гармоничные отношения с окружающими людьми, лучше понять и уважать ценности других людей, выстраивать доверительные отношения с окружением, основанные на взаимном уважении и понимании.

Рассмотренные педагогические стратегии противодействия идеологии терроризма в военных институтах Министерства обороны Российской Федерации являются одним из направлений военно-политической работы. Комплексное использование педагогических стратегий противодействия идеологии терроризма, позволит формировать ценностные ориентации, духовно-нравственные качества будущего офицера, способного выполнить поставленные задачи в любых условиях обстановки.

7. Педагогическое проектирование в военном вузе. Монография. / Под ред. Л.Н. Бережновой. СПб.: Астерион, 2011. – 190 с.
8. Пласкина М.В. Понятие «технология обучения» в современной педагогике // Педагогика: традиции и инновации: материалы V междунар. науч. конф. (г. Челябинск, июнь 2014 г.). Челябинск: Два комсомольца, 2014. – С. 9-11.
9. Поминова О.Л. Формирование личностных и профессиональных качеств у курсантов военных вузов ВВ МВД России // Научные исследования: Материалы VII Международной научно-практической конференции. – 2011. – Вып. 2. – С.177-179.
10. Словари и энциклопедии на Академке [Эл.ресурс]. URL: http://psychology_dictionary.academic.ru (дата обращения: 02.12.2023).
11. Словарь по социальной педагогике / Сост. Л.В. Мардахаев. М.: Академия, 2002. – 368 с.
12. Ушева Т.Ф. Формирование и мониторинг рефлексивных умений учащихся: Методическое пособие. – Красноярск, 2007. – 120 с.
13. Щуркова Н.Е. Понятийный аппарат педагогической технологии [Эл.ресурс]. URL: <http://www.portal-slovo.ru/pedagogy48077.php> (дата обращения: 02.12.2023).
14. Янова М.Г. Стратегические подходы к формированию организационно-педагогической культуры будущего учителя // Magister Dixit. Научно-педагогический журнал Восточной Сибири. – № 3 (09) – Сентябрь 2011. [Эл ресурс]: [http:// md.islu.ru/](http://md.islu.ru/) (дата обращения: 02.12.2023).

Методика реализации интегративной модели подготовки специалистов связи в военном вузе на основе комплексного применения информационных компьютерных технологий**Methodology for implementing an integrative model of communication specialists training in a military university based on information computer technologies**

Аннотация: В статье представлена методика реализации интегративной модели подготовки специалистов связи, обеспечивающая формирование профессиональных компетенций через синергетическое использование информационных компьютерных технологий. Данная методика, структурно включает: алгоритм планирования образовательного процесса, методику проектирования и проведения учебных занятий интегративного типа, методику использования комплекса ИКТ для формирования практических навыков, методику индивидуального сопровождения на основе данных адаптивной системы. Проведенный педагогический эксперимент подтвердил эффективность предложенной методики, показав статистически значимое повышение уровня практической подготовки обучающихся экспериментальной группы.

Abstract: The article presents a methodology for implementing an integrative model of communication specialists training, which ensures the formation of professional competencies through the synergistic use of information computer technologies. This methodology structurally includes: an algorithm for planning the educational process, a methodology for designing and conducting integrative-type training sessions, a methodology for using a complex of ICT to form practical skills, and a methodology for individual support based on data from an adaptive system. The conducted pedagogical experiment confirmed the effectiveness of the proposed methodology, showing a statistically significant increase in the level of practical training of students in the experimental group.

Ключевые слова: методика подготовки, военный вуз, интегративная модель, информационные компьютерные технологии, «цифровой двойник», индивидуальная образовательная траектория.

Keywords: training methodology, military university, integrative model, information computer technologies, «digital twin», individual educational trajectory.

Современные вызовы, связанные с изменением характера вооруженной борьбы и стремительным развитием технологий связи, обуславливают необходимость коренной модернизации системы подготовки специалистов связи. Анализ существующей практики показывает, что современные традиционные методики, основанные на знаниевой парадигме и линейном структурировании содержания, не обеспечивают формирования у специалистов

связи способности к эффективным действиям в сложных, нестандартных условиях, что ярко проявилось в ходе специальной военной операции (СВО).

Несмотря на наличие значительного количества исследований, посвященных применению информационных компьютерных технологий (ИКТ) в образовании [2, 4, 5], проблема методического обеспечения целостного образовательного процесса, основанного на

синергетической интеграции различных ИКТ, остается недостаточно изученной [3]. Существующие методики носят часто фрагментарный характер, ориентируясь на использование отдельных ИКТ: тренажеров, систем дистанционного обучения) и др., без их содержательного и процессуального объединения вокруг единой цели – формирования комплексных профессиональных компетенций [4].

Разрешение данного противоречия видится в разработке целостной методики реализации интегративной модели подготовки, которая обеспечивает перевод теоретического конструкта в плоскость конкретных педагогических действий, приемов и технологий. Такая методика должна детализировать и регламентировать деятельность всех участников образовательного процесса в рамках новой парадигмы, центрированной на «цифровом двойнике» профессиональной деятельности.

Методика представляет собой комплекс взаимосвязанных частных методик, направленных на практическую реализацию интегративной модели подготовки специалистов связи.

Основной целью методики является обеспечение перехода от теоретической модели к конкретным педагогическим действиям, технологиям и процедурам, гарантирующим формирование у курсантов целостных профессиональных компетенций через синергетическое использование ИКТ в условиях военного вуза.

Методика включает в себя четыре взаимосвязанных компонента, образующих единый педагогический комплекс:

алгоритм планирования образовательного процесса на основе целево-сценарного проектирования;

частную методику проектирования и проведения учебных занятий интегративного типа;

частную методику использования комплекса ИКТ для формирования практических навыков;

частную методику индивидуального сопровождения на основе данных адаптивной системы.

Особенностью методики является ее комплексный характер, где каждая частная методика решает конкретные задачи, но при этом все они взаимосвязаны и подчинены общей цели – формированию профессиональных компетенций специалиста связи. Интегративный характер методики проявляется в том, что она обеспечивает содержательное и процессуальное единство различных компонентов образовательного процесса, объединенных вокруг концепции «цифрового двойника» профессиональной деятельности. Рассмотрим подробнее каждый из представленных компонентов:

1. Алгоритм планирования и организации образовательного процесса

В отличие от современного традиционного подхода, где планирование сводится к механическому распределению содержания дисциплин, алгоритм представляет собой циклический, итеративный процесс, основанный на логике поэтапного формирования компетенций с учетом требований.

Алгоритм включает в себя четыре взаимосвязанные стадии (см. рис.1):

1. Целево-сценарное проектирование.

Исходной точкой является актуализированная система целей, наполненная требованиями на основе опыта СВО. Методисты и профессорско-преподавательский состав (ППС) проектируют сквозные образовательные сценарии на весь период обучения.

В рамках сценариев определяются ключевые интегративные модули, реализуемые на стыке различных дисциплин. Особое внимание уделяется формированию сценариев на основе реальных боевых ситуаций, что обеспечивает высокую практическую ориентированность подготовки.

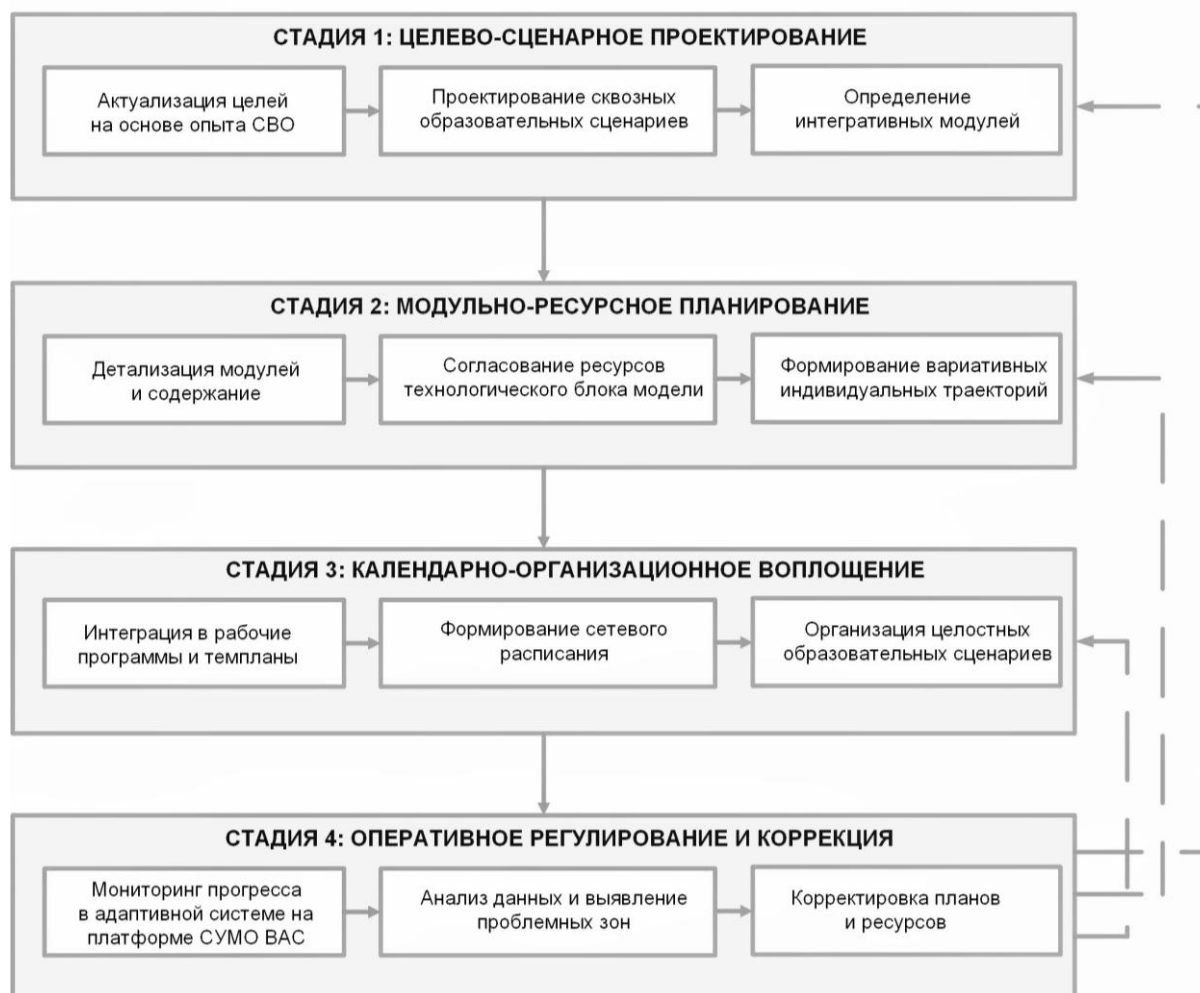


Рис. 1. Алгоритм планирования и организации образовательного процесса

2. Модульно-ресурсное планирование.

Каждый интегративный модуль детализируется:

определяется, какие элементы отрабатываются в Системе управления и мониторинга обучения (СУМО) на примере Военной академии связи (ВАС) [13, 29];

какие навыки формируются в Базовом комплекте учебно-тренировочных средств (БК УТС) [11] и в VR-средах;

как организован переход к реальной технике связи.

Критически важным является согласование ресурсов технологического блока и формирование вариативного слоя индивидуальных траекторий [23, 24] для разных групп обучающихся. На данной стадии осуществляется привязка образовательного контента к конкретным технологическим решениям, что обеспечивает их синергетическое взаимодействие [11].

3. Календарно-организационное воплощение.

Проектные решения интегрируются в официальные документы. Традиционное линейное расписание трансформируется в сетевое расписание, представляющее собой целостный временной сценарий, где блоки работы в СУМО ВАС, тренажерные сессии, тактические игры и практические занятия логически и хронологически взаимоувязаны, что позволяет создать единое образовательное пространство, в котором различные формы обучения дополняют и усиливают друг друга [11].

4. Оперативное регулирование и коррекция.

Планирование является непрерывным процессом. Адаптивная система [23, 24], на платформе СУМО ВАС, анализируя данные о прогрессе обучающихся, генерирует сигналы для коррекции учебных планов (например, увеличение количества тренажерных сессий при

систематическом не усвоении навыка). Данный подход обеспечивает гибкость образовательного процесса и его адаптацию к индивидуальным особенностям обучающихся [11].

2. Частная методика проектирования и проведения учебного занятия интегративного типа

Методика проведения занятия трансформирует традиционное занятие в целостный профессионально-ориентированный сценарий (см. рис.2). Рассмотрим это на примере занятия по теме: «Обеспечение устойчивой связи мобильной группы в условиях радиоэлектронного подавления (РЭП)».

Этап 1. Проектирование занятия: от темы к сценарию.

Преподаватель выбирает профессиональный сценарий из «цифрового двойника», например, «Действия по восстановлению управления мобильной группой после внезапного применения РЭБ». Определяется целевой фокус – формирование компетенции «способен

обеспечить устойчивую связь в условиях РЭП», интегрируемое содержание и разрабатывается технологическая карта. Особенностью данного этапа является использование сценарного подхода, который позволяет моделировать реальные профессиональные ситуации и формировать у обучающихся опыт решения практических задач.

Этап 2. Проведение занятия: реализация интегративного сценария.

Занятие реализуется как единый процесс по принципу «теория в действии» через четыре модуля:

1. Вводное погружение и проблематизация (30 мин).

Обучающиеся в СУМО ВАС изучают вводную, в учебной аудитории ППС ставит проблемный вопрос: «Какие ваши действия при внезапном пропадании связи?». Использование проблемного подхода активизирует познавательную деятельность обучающихся и формирует мотивацию к изучению материала.

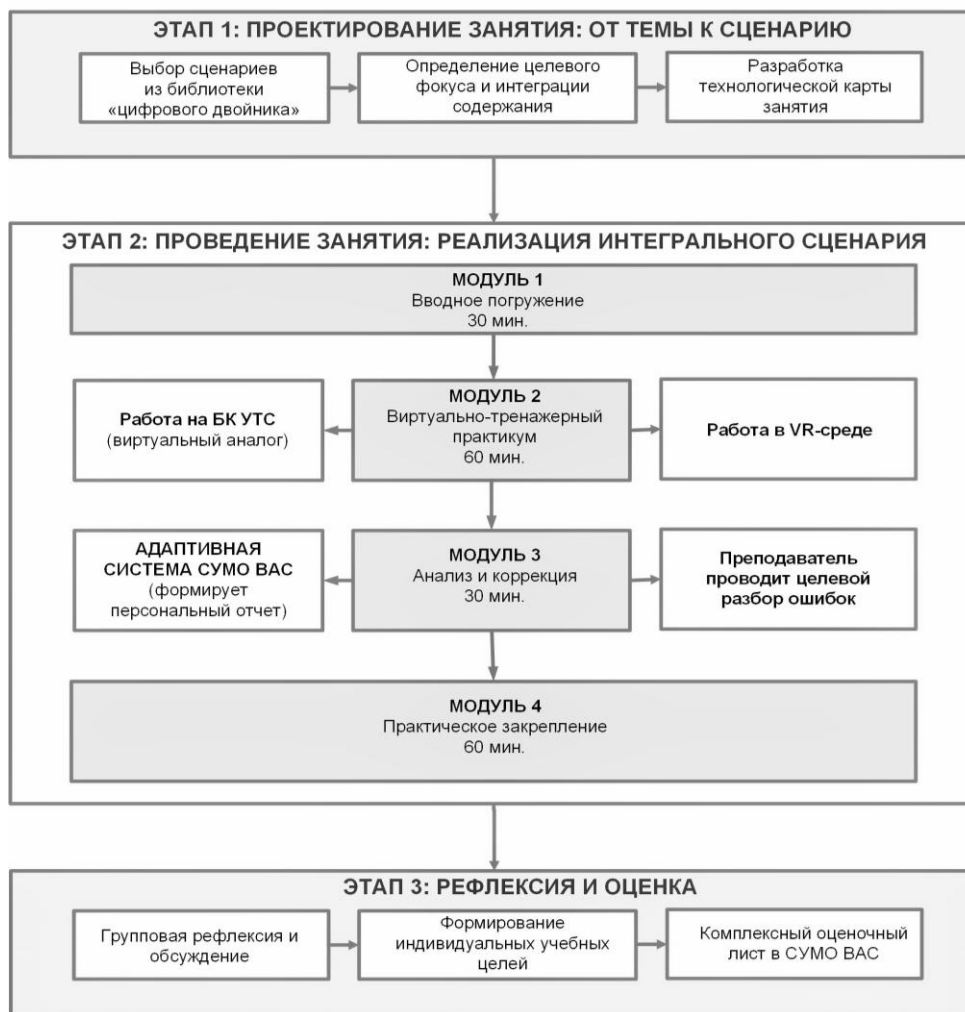


Рис. 2. Частная методика проектирования и проведения учебного занятия интегративного типа

2. Виртуально-тренажерный практикум (60 мин).

Ротация подгрупп: на БК УТС отрабатываются алгоритмы перехода на помехозащищенные режимы определенной радиостанции; в VR-среде отрабатывается выбор позиции и маскировка в виртуальной местности. Комбинирование различных тренажерных систем позволяет формировать как моторные навыки работы с аппаратурой, так и тактическое мышление [14].

3. Анализ и коррекция (30 мин).

Обучающиеся получают в СУМОВАС [29] персональный отчет от адаптивной системы с рекомендациями. ППС проводит целевой разбор типичных ошибок. Использование системы автоматизированного анализа действий обучающихся позволяет объективно оценить уровень сформированности навыков и своевременно провести их коррекцию.

4. Практическое закрепление (60 мин).

Обучающиеся выполняют норматив по развертыванию и настройке реальной аппаратуры на полигоне в условиях имитации помех и стресс-факторов. Данный модуль обеспечивает перенос сформированных

навыков в реальные условия, что является критически важным для их закрепления.

Этап 3. Рефлексия и оценка.

Занятие завершается групповой рефлексией и формированием индивидуальных учебных целей. Оценка выставляется на основе комплексного оценочного листа, включающего данные со всех этапов занятия [29]. Такой подход обеспечивает комплексную оценку уровня сформированности компетенций с учетом различных аспектов профессиональной деятельности.

3. Частная методика использования комплекса ИКТ для формирования практических навыков

Методика формирования навыка «развертывание узла связи в условиях РЭБ» демонстрирует поэтапное усложнение контекста и наращивание автономности действий (см. рис. 3). Особенностью данной методики является последовательное наращивание сложности выполняемых задач и постепенное уменьшение степени поддержки, что обеспечивает формирование устойчивых профессиональных навыков.

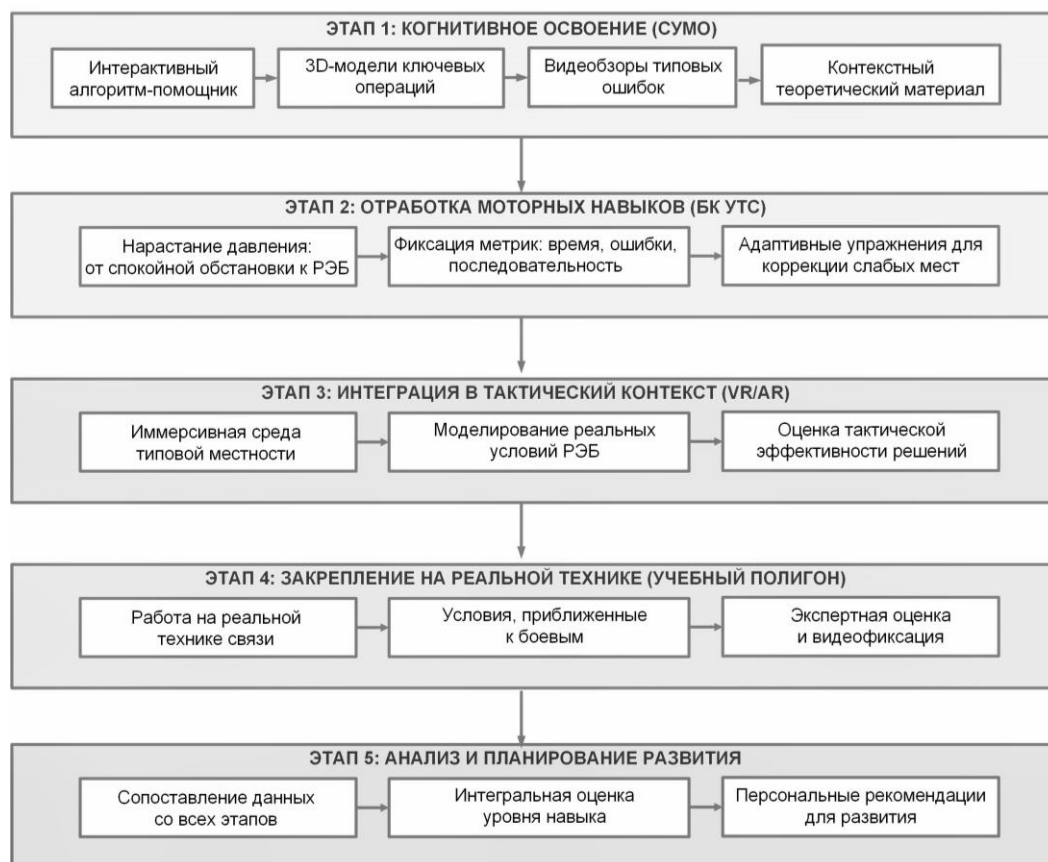


Рис. 3. Частная методика использования комплекса ИКТ для формирования практических навыков

Этап 1. Когнитивное освоение (СУМО). Обучающийся работает с интерактивным алгоритм-помощником, 3D-моделями ключевых операций и видеоразборами типовых ошибок. Цель – формирование осознанного внутреннего плана действия. Использование интерактивных образовательных ресурсов позволяет сформировать четкое понимание последовательности действий и их обоснованности [18].

Этап 2. Отработка моторных навыков (БК УТС). Формирование скорости, точности и безошибочности выполнения операций на виртуальном аналоге аппаратуры в условиях нарастающего давления (помехи, дефицит времени). Адаптивная система фиксирует метрики и формирует персонализированные наборы упражнений для коррекции. Поэтапное усложнение условий выполнения заданий позволяет постепенно формировать устойчивость к стрессовым факторам [19].

Этап 3. Интеграция в тактический контекст (VR/AR).

Навык «встраивается» в целостную профессиональную ситуацию. Обучающийся в иммерсивной среде должен не просто настроить аппаратуру, но и принять тактическое решение: выбрать позицию, организовать маскировку и взаимодействие. Использование технологий виртуальной реальности позволяет моделировать сложные тактические ситуации, максимально приближенные к реальным боевым условиям.

Этап 4. Закрепление на реальной технике.

Верификация навыка в условиях, приближенных к боевым, с использованием реальной аппаратуры, имитаторов взрывов и помех. Данный этап обеспечивает окончательное закрепление навыков и их адаптацию к реальным условиям профессиональной деятельности.

Этап 5. Анализ и планирование развития.

Адаптивная система генерирует итоговый отчет, сопоставляет данные со всех этапов, формирует интегральную оценку и дает рекомендации по дальнейшему совершенствованию навыка. Системный анализ результатов обучения позволяет выявить индивидуальные траектории развития каждого обучающегося и спланировать дальнейшую работу по совершенствованию профессиональных компетенций [24, 29].

4. Частная методика индивидуального сопровождения на основе данных адаптивной системы

Данная методика реализует принцип «гибкого образовательного маршрута» через непрерывный диагностический цикл (см. рис.4). Ее особенностью является использование комплексного мониторинга различных аспектов образовательной деятельности и последующая аналитическая обработка данных для принятия обоснованных решений по коррекции индивидуальных образовательных траекторий [29]. Теоретической основой для разработки методики индивидуального сопровождения послужили исследования в области проектирования индивидуальных образовательных траекторий [23] и адаптивных обучающих систем [24, 26, 28]. Особое внимание уделялось современным подходам к организации индивидуального обучения [25] и возможностям интеллектуальных систем поддержки принятия решений [27].

Этап 1. Комплексный мониторинг.

Осуществляется перманентный сбор данных об академической успеваемости (СУМО ВАС), практических навыках (тренажеры), психофизиологических и социально-психологических показателях обучающегося. Использование разнообразных источников данных позволяет получить целостное представление о прогрессе каждого обучающегося [23].



Рис. 4. Частная методика индивидуального сопровождения на основе данных адаптивной системы

Этап 2. Аналитическая обработка.

Собранные данные анализируются с использованием алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) адаптивной системы: сравнительный анализ с эталонами, выявление паттернов, корреляционный анализ, прогностическое моделирование. Применение методов ИИ позволяет выявлять скрытые закономерности и прогнозировать дальнейшее развитие профессиональных компетенций [24].

Этап 3. Принятие решений.

Система генерирует корректирующие воздействия: коррекция темпа, изменение последовательности модулей, подбор оптимальных форматов обучения, формирование индивидуальных заданий. Автоматизация процесса принятия решений [27] позволяет оперативно реагировать на изменения в уровне подготовки обучающихся.

Этап 4. Реализация и мониторинг.

Корректировки воплощаются в образовательном процессе (обновление плана в СУМО, назначение дополнительных занятий), а система отслеживает их эффективность, замыкая цикл управления. Непрерывный мониторинг эффективности корректирующих воздействий позволяет постоянно оптимизировать образовательный процесс [26].

Роль ППС трансформируется в менеджера индивидуального образовательного маршрута, который интерпретирует рекомендации системы и осуществляет педагогическое сопровождение. Это требует от преподавателей освоения новых компетенций в области работы с образовательными данными и аналитическими системами [25].

Для проверки эффективности методики был проведен педагогический эксперимент на базе Военной академии связи. В эксперименте участвовали 50 курсантов 3-го курса, разделенных на экспериментальную (ЭГ, $n=25$) и контрольную (КГ, $n=25$) группы. В ЭГ обучение велось по разработанной методике, в КГ – по традиционной программе.

Результаты контрольного этапа показали статистически значимые различия ($p < 0,01$) в пользу ЭГ.

Качественный анализ данных анкетирования и интервью показал рост мотивации к обучению и профессиональной уверенности у обучающихся ЭГ. ППС отметил, что методика позволила перейти от трансляции знаний к организации деятельности и индивидуальному сопровождению.

Выводы.

Разработанная и апробированная методика реализации интегративной модели подготовки специалистов связи обеспечивает формирование профессиональных компетенций через синергетическое комплексное использование ИКТ. Теоретической основой методики выступили современные исследования в области проектирования индивидуальных образовательных траекторий [23] и адаптивных обучающих систем [24, 26, 28], а также опыт создания индивидуальных маршрутов в военном вузе [25].

Разработан алгоритм планирования образовательного процесса, который, в отличие от традиционного, основан на целево-сценарном проектировании и оперативном регулировании на основе данных обратной связи, что обеспечивает его гибкость и адаптивность. Особенностью алгоритма является его циклический характер, позволяющий постоянно корректировать образовательный процесс в соответствии с изменяющимися условиями и индивидуальными потребностями обучающихся.

Обоснована и детализирована частная методика проектирования и проведения учебного занятия интегративного типа, которая трансформирует традиционное занятие в целостный профессиональный сценарий, обеспечивая плотное дидактическое единство теории и практики через последовательность «погружение → виртуальная отработка → анализ → практическое закрепление». Использование модульного подхода позволяет гибко комбинировать различные формы обучения и образовательные технологии.

Разработана частная методика использования комплекса ИКТ для формирования практических навыков, реализующая принцип поэтапного

усложнения контекста (от когнитивного освоения в СУМО ВАС до закрепления на полигоне) и обеспечивающая формирование не изолированных умений, а комплексных, адаптивных профессиональных навыков. Последовательное наращивание сложности выполняемых задач способствует формированию устойчивых профессиональных компетенций.

Создана частная методика индивидуального сопровождения, которая на основе непрерывного мониторинга и аналитической обработки данных адаптивной системы обеспечивает персонализацию образовательного процесса через динамическую коррекцию индивидуальных траекторий. Использование технологий искусственного интеллекта и интеллектуальных систем поддержки принятия решений [27] позволяет объективно оценивать прогресс обучающихся и своевременно вносить коррективы в образовательный процесс.

В ходе проведения педагогического эксперимента была доказана эффективность разработанной методики реализации интегративной модели подготовки специалистов связи в военном вузе на основе комплексного применения информационных компьютерных технологий. Статистически значимое повышение уровня практической подготовки обучающихся экспериментальной группы свидетельствует о том, что предложенный методический комплекс позволяет достичь качественно новых результатов в подготовке специалистов связи, готовых к эффективным действиям в сложных условиях современного боя. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования системы подготовки специалистов не только в военных вузах, но и в других образовательных организациях.

Список литературы:

1. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
2. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. – М.: ИИО РАО, 2010. – 140 с.
3. Образцов П.И. Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения. – Орел: ОГУ, 2000. – 145 с.
4. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. – Самара: СГАУ, 1995. – 140 с.

5. Печников А.Н., Ветров Ю.А. Проектирование и применение компьютерных технологий обучения. – СПб.: БГТУ, 2003. – 248 с. – ISBN 5-87-499-038-0.
6. Выготский Л.С. Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999. – 352 с.
7. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Смысл, Academia, 2004. – 352 с.
8. Гальперин П.Я. Лекции по психологии: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Книжный дом «Университет», 2002. – 400 с.
9. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 344 с.
10. Кузьмина Н.В. Профессионализм деятельности преподавателя и мастера производственного обучения профтехучилища. – М.: Высшая школа, 1989. – 167 с.
11. Цыпнятов В.Б., Обыденникова Ю.С., Дивин А.А. Методические рекомендации в подготовке специалистов и подразделений связи Вооруженных Сил Российской Федерации с применением базового комплекта учебно-тренировочных средств. Назначение, состав, возможности. Часть I. Учебно-методическое пособие. – СПб: ВАС, 2021. – 236 с.
12. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication (дата обращения: 15.05.2024).
13. Официальный сайт платформы Moodle [Электронный ресурс]. – URL: <https://moodle.org> (дата обращения: 15.05.2024).
14. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). – М.: БИНОМ, 2014. – 398 с.
15. Андреев А.А. Педагогика высшей школы. – М.: МЭСИ, 2012. – 324 с.
16. Загвязинский В.И. Теория обучения: Современная интерпретация. – М.: Академия, 2012. – 342 с.
17. Хуторской А.В. Современная дидактика. – М.: Высшая школа, 2013. – 456 с.
18. Сериков В.В. Обучение как вид педагогической деятельности. – М.: Академия, 2014. – 378 с.
19. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования. – М.: Аспект Пресс, 2012. – 412 с.
20. Фокин Ю.Г. Преподавание и воспитание в высшей школе. – М.: Академия, 2013. – 398 с.
21. Шарипов Ф.В. Педагогика и психология высшей школы. – М.: Логос, 2014. – 488 с.
22. Щедровицкий Г.П. Педагогика и логика. – М.: Касталь, 2013. – 412 с.
23. Хуторской А.В. Индивидуальная образовательная траектория в эвристическом обучении [Электронный ресурс] // Вестник Института образования человека. – 2014. – № 2. – С. 11. – URL: <http://eidos-institute.ru/journal/2014/200/> (дата обращения: 20.05.2024). – В надзаг: Институт образования человека, e-mail: vestnik@eidos-institute.ru.
24. Подколызин М.М. Интеллектуальная адаптивная система обучения на основе нейронных сетей для персонализации образовательных траекторий студентов российских вузов // Информатика и образование. – 2024. — Т. 39, № 6. – С. 65-81. – DOI: <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2024-39-6-65-81>.
25. Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2019. – № 3. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28937> (дата обращения: 12.11.2024).
26. Knewton Adaptive Learning Technology Whitepaper [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://www.knewton.com/wp-content/uploads/knewton-adaptive-learning-whitepaper.pdf> (дата обращения: 20.05.2024)
27. Алешин А.П., Аракелян С.М. Система поддержки принятия решений в образовании [Электронный ресурс] // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 345-354. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46640838> (дата обращения: 20.05.2024).
28. Волянская Т.А. Вопросы адаптивности в системах дистанционного обучения // Труды Института систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН. – 2020. – Т. 32, № 4. – С. 45-56. – URL: <https://www.iszf.irk.ru/2020/04/45-56.pdf> (дата обращения: 20.05.2024).
29. Обыденникова Ю.С., Цыпнятов В.Б., Сажина А.В., Даценко С.С., Караман М.В., Озеров О.В., Дивин А.А., Федотова Е.Д. и др. Методические рекомендации по работе в системе управления и мониторинга обучением Военной академии связи. Учебно-методическое пособие. / Под ред. С.С. Даценко. СПб: ВАС, 2021. 232 с.

**Методология исследования преемственности профессиональной подготовки в системе
«военный технический вуз – адъюнктура»: сравнительный анализ отечественного и
зарубежного опыта**

**Methodology for researching the continuity of professional training in the «military
technical university – postgraduate military course» system: a comparative analysis of
domestic and foreign experience**

Аннотация В статье рассматривается одна из ключевых проблем современной военной педагогики – исследование преемственности профессиональной подготовки офицерских кадров на этапах обучения в военном техническом вузе и адъюнктуре. В статье проведён системный анализ научно-педагогической литературы, проанализированы методологические подходы, применяемые в диссертационных исследованиях по смежной тематике. Особое внимание уделено сравнительному анализу систем подготовки военных кадров в России, США, Германии и КНР, что позволило выявить как универсальные тенденции, так и национальные особенности.

Abstract The article discusses one of the key problems of modern military pedagogy – the study of the continuity of professional training of officer personnel at the stages of training at a military technical university and at the postgraduate school. The article provides a systematic analysis of scientific and pedagogical literature, and analyzes the methodological approaches used in dissertation research on related topics. Special attention is paid to a comparative analysis of the systems of training military personnel in Russia, the USA, Germany, and China, which allowed to identify both universal trends and national specifics.

Ключевые слова: преемственность, профессиональная подготовка, военное образование, военный технический вуз, адъюнктура, методология исследования, педагогический эксперимент, компетентностный подход, сравнительный анализ, зарубежный опыт.

Keywords: continuity, professional training, military education, military technical university, postgraduate military course, research methodology, pedagogical experiment, competence-based approach, comparative analysis, foreign experience.

Современный этап развития Вооруженных Сил Российской Федерации характеризуется беспрецедентной по своим масштабам технологической модернизацией, принятием на вооружение сложных наукоёмких систем вооружения и военной техники, а также трансформацией характера ведения боевых действий. В этих условиях ключевым фактором обеспечения обороноспособности страны становится интеллектуальный потенциал офицерского корпуса, в особенности его элиты – научных и научно-педагогических кадров, подготовка которых осуществляется в адъюнктуре военных вузов. Эффективность

их будущей деятельности напрямую зависит от качества и, что особенно важно, непрерывности и преемственности всего образовательного цикла, начиная с курсантской скамьи и заканчивая защитой диссертации.

Анализ диссертационных исследований за последние 15 лет по педагогическим и военным наукам показывает, что вопросы подготовки военных кадров находятся в центре внимания исследователей. Работы посвящены формированию отдельных компетенций [12], внедрению инновационных технологий обучения [19], патриотическому воспитанию и др. Однако

комплексных исследований, посвященных именно методологии изучения преемственности между вузом и адъюнктурой, практически не встречается. Существующие подходы зачастую фрагментарны и не позволяют получить целостную картину динамики профессионального становления будущего военного ученого.

Понятие «преемственность» является одной из фундаментальных категорий дидактики и теории воспитания. В самом общем виде преемственность определяется как «связь между различными этапами или ступенями развития, сущность которой состоит в сохранении и дальнейшем развитии того или иного элемента целого при переходе этого целого из одного состояния в другое» [18, с. 112].

Применительно к системе профессионального образования, преемственность обеспечивает целостность и системность процесса формирования личности специалиста. В контексте нашего исследования системы «военный технический вуз – адъюнктура», преемственность перестает быть абстрактной дидактической категорией и приобретает конкретное операциональное значение. Мы рассматриваем преемственность не просто как последовательность, а как органическое единство и взаимопроникновение двух этапов подготовки, нацеленное на бесшовный переход от роли курсанта-инженера к роли адъюнкта-исследователя.

На основе анализа работ [2, 10, 21] мы выделяем следующую структуру преемственности в исследуемой системе:

Содержательно-целевая преемственность:

Преемственность целей: цели подготовки в адъюнктуре должны логически вытекать из целей вузовского обучения, углубляя и развивая их. Цель «сформировать квалифицированного военного инженера» трансформируется в цель «сформировать военного ученого, способного решать опережающие научные задачи в своей предметной области».

Преемственность содержания: учебные планы и программы должны быть сопряжены. Фундаментальные и инженерные дисциплины вуза должны

служить базисом для освоения методологии научного исследования, специальных глав и истории соответствующей отрасли науки в адъюнктуре. Исключение дублирования и «белых пятен» в содержании является ключевой задачей.

Организационно-методическая преемственность:

Преемственность форм обучения: постепенный переход от преимущественно лекционно-семинарских форм в вузе к научно-исследовательской работе как основной форме деятельности в адъюнктуре. Элементы исследовательской работы (курсовые проекты, военно-научная работа курсантов, выпускная квалификационная работа) должны быть не формальностью, а реальным «мостиком» в научную деятельность.

Преемственность методов обучения: смещение акцента с репродуктивных методов на продуктивные, эвристические, проблемные, проектные методы еще на старших курсах вуза.

Психолого-акмеологическая преемственность:

Преемственность мотивации: формирование устойчивой мотивации к научной деятельности должно начинаться в вузе, а не после поступления в адъюнктуру.

Преемственность развития профессионально важных качеств (ПВК): целенаправленное развитие качеств, необходимых исследователю (критическое мышление, креативность, самостоятельность, научная интуиция, рефлексия), на протяжении всего периода обучения.

Разрыв преемственности по любому из этих направлений ведет к так называемому «адаптационному шоку» у адъюнкта первого года обучения, снижению темпов работы над диссертацией и, в конечном итоге, к снижению качества подготовки.

Для выявления существующих подходов к исследованию педагогических процессов в военной школе нами был проведен контент-анализ авторефератов диссертаций по педагогическим и военным наукам, защищенных в период с 2010 по 2024 гг. (n=45). Анализ позволил сгруппировать применяемые методологии.

Таблица 1.

Частота применения методов исследования в диссертациях по военно-профессиональному образованию (n=45)

Категория методов	Конкретные методы	Частота применения %	Характерные ограничения в контексте изучения преемственности
Теоретические	Анализ литературы, синтез, моделирование	100%	Часто носят описательный характер, не всегда приводят к созданию диагностируемых моделей.
Эмпирические (диагностические)	Анкетирование, опрос, беседа	91%	Субъективизм, социальная желательность ответов. Редко используются лонгитюдные опросы.
	Тестирование (уровня знаний)	78%	Преимущественно оценивают ЗУНы, а не компетенции. Сложно оценить развитие исследовательских навыков.
	Экспертная оценка	62%	Зависимость от компетенции экспертов. Оценивается, как правило, конечный результат, а не динамика.
	Наблюдение (включенное и невключенное)	45%	Трудоемкость, сложность фиксации и интерпретации данных.
Экспериментальные	Педагогический эксперимент (констатирующий, формирующий, контрольный)	58%	Зачастую эксперимент направлен на формирование одной компетенции или внедрение одной технологии, а не на изменение системы в целом. Преимущество как предмет эксперимента практически не встречается.
Статистические	Расчет средних, t-критерий Стьюдента, χ^2	73%	Используются для подтверждения статистической значимости различий, но редко для выявления корреляционных связей между этапами подготовки.

Из приведённого анализа, можно сделать следующие выводы: исследователи преимущественно опираются на хорошо апробированный, но не всегда достаточный инструментарий (анкеты, тесты знаний). Большинство исследований сосредоточено на одном из уровней образования (вуз или адъюнктура) или на одном аспекте подготовки (например, формирование иноязычной компетенции). Проблема «стыка» уровней остается за рамками. Практически отсутствуют исследования, которые бы отслеживали одну и ту же когорту обучающихся при переходе из вуза в адъюнктуру. Декларируя компетентностный подход, многие исследователи на практике продолжают измерять знания, умения и навыки (ЗУН), а не интегральные характеристики личности и деятельности.

Данный анализ подтверждает актуальность разработки комплексной методологии, которая бы преодолевала указанные ограничения и позволяла изучать преимущество как системное, многоаспектное и динамическое явление.

Изучение зарубежного опыта было проведено не с целью слепого копирования, а для выявления продуктивных идей и сопоставления с отечественной системой, является неотъемлемой частью методологии.

Отечественная система (Россия):

Структура: 5-летний специалитет в военном вузе (инженерная или командная специальность) → служба в войсках (как правило, несколько лет) → поступление в адъюнктуру (3 года очно / 4 года заочно) по результатам вступительных испытаний.

Сильные стороны: мощная фундаментальная теоретическая подготовка; формирование выпускника-универсала; жесткая система отбора в адъюнктуру.

Проблемы в контексте преимущества: временной и содержательный разрыв между окончанием вуза и началом обучения в адъюнктуре из-за службы в войсках. Офицер «выпадает» из научной среды. Выпускная квалификационная работа (ВКР) в вузе редко становится прямым прологом

к диссертационному исследованию. Отбор в адъюнктуру основан на экзаменах (философия, иностранный язык, специальность), которые не всегда выявляют реальную склонность и способность к научной работе.

Система США:

Структура: Военные академии (West Point, Annapolis и др.) дают степень бакалавра (4 года) → начальная офицерская подготовка → дальнейшая служба с периодическим обучением на курсах повышения квалификации → поступление в магистратуру и докторантуру (PhD) в гражданских университетах (по программе армии) или в ведомственных вузах (например, Naval Postgraduate School, Air Force Institute of Technology).

Особенности и сильные стороны: офицер может получить магистерскую или докторскую степень в ведущих гражданских вузах (MIT, Stanford), что обеспечивает приток передовых знаний в армию. Кадеты активно участвуют в исследовательских проектах под руководством профессоров, часто по заказам DARPA и других структур Пентагона. Темы диссертаций напрямую связаны с решением актуальных проблем войск.

Проблема преемственности решается через систему непрерывного образования (lifelong learning) и тесную интеграцию военных и гражданских научных школ.

Система Германии (Бундесвер):

Структура: Кандидаты в офицеры после начальной военной подготовки поступают в один из двух университетов Бундесвера (в Гамбурге или Мюнхене). Обучение (4 года) ведется по гражданским стандартам и завершается получением степени магистра.

Особенности и сильные стороны: университеты Бундесвера имеют тот же статус, что и государственные гражданские вузы. Профессора и студенты активно участвуют в национальных и международных научных проектах. Упор делается на развитие критического мышления, ответственности и широкой гуманитарной эрудиции.

Проблема преемственности для научной карьеры решается естественно: выпускник со степенью магистра может напрямую поступать в докторантуру (аналог адъюнктуры), имея уже серьезный опыт научной работы, полученный в ходе подготовки магистерской диссертации. Разрыва практически нет.

Система КНР:

Структура: Иерархическая система военных вузов, во главе которой стоит Национальный университет оборонных технологий (NUDT). Подготовка инженеров и ученых ведется в рамках единой системы.

Особенности и сильные стороны: максимальная интеграция военных и гражданских исследований и технологий. Колоссальные инвестиции в подготовку специалистов в области ИИ, кибербезопасности, космоса, гиперзвука. Ранняя селекция и «сквозные» траектории: талантливые курсанты отбираются для научной работы на 2-3 курсе и ведутся по индивидуальным планам вплоть до защиты диссертации. Проблема преемственности решается за счет жесткого централизованного планирования и создания непрерывных образовательных «цепочек» под конкретные научно-технические задачи.

Таблица 2. Сравнительный анализ моделей подготовки и преемственности

Параметр	Россия	США	Германия	КНР
Базовое образование	Специалитет (5 лет)	Бакалавриат (4 года)	Магистратура (4 года)	Бакалавриат/Магистратура
Связь вуз-адъюнктура	Разорвана службой в войсках, формализованный отбор	Гибкая, через систему магистратур/PhD, в т.ч. в гражданских вузах	Прямая, естественная (магистр → докторант)	Жестко спланированная, «сквозная» траектория
Роль ВКР/диплома	Часто формальная, не связана с будущей диссертацией	Часто является частью реального исследовательского проекта	Магистерская диссертация – обязательный этап научной работы	Начальный этап долгосрочного исследования

Параметр	Россия	США	Германия	КНР
Основной механизм преемственности	Внутривузовская система ВНК (если развита)	Индивидуальные образовательные траектории, интеграция с гражданской наукой	Интегрированные учебные планы «бакалавр-магистр»	Централизованное планирование, система «наставник-ученик»

Зарубежный опыт показывает, что ключом к решению проблемы преемственности является ранняя интеграция курсантов в научную деятельность, гибкость образовательных траекторий и тесная связь вузовского этапа с последипломным. В отечественной системе, при всех её сильных сторонах, именно эти аспекты требуют совершенствования. Этот вывод напрямую подводит нас к необходимости разработки и апробации новой модели организации образовательного процесса.

На основе проведенного теоретического анализа мы предлагаем комплексную методологию, включающую концептуальные подходы, программу экспериментального исследования и систему критериальной оценки.

Системный подход позволяет рассматривать связь «военный технический вуз – адъюнктура» не как два изолированных института, а как единую педагогическую систему, обладающую входами (абитуриенты), процессами (обучение, воспитание, научная работа), выходами (выпускники, адъюнкты, диссертации) и, что критически важно, **обратными связями**. Качество подготовки в адъюнктуре является индикатором качества работы вуза, а требования адъюнктуры должны корректировать цели и содержание вузовской подготовки.

Компетентностный подход смещает фокус с оценки объема знаний на оценку способности и готовности применять эти знания для решения профессиональных, в т.ч. исследовательских, задач. Мы выделяем три группы ключевых компетенций, преемственность в развитии которых необходимо отслеживать:

- **Универсальные компетенции (УК):** системное и критическое мышление, разработка и реализация проектов, коммуникация, самоорганизация.

- **Общепрофессиональные компетенции (ОПК):** методологическая культура, способность к организации и руководству научной группой, педагогические умения.
- **Профессиональные компетенции (ПК):** углубленные знания в предметной военно-технической области, владение современным лабораторным оборудованием и ПО, способность генерировать новые научные идеи и доводить их до практической реализации.

Акмеологический подход ориентирует исследование на выявление и создание психолого-педагогических условий, способствующих достижению каждым обучающимся высшего уровня профессионального развития (акме), самореализации в научной деятельности. Это предполагает изучение мотивационной сферы, Я-концепции, стиля научной деятельности.

Андрагогический подход подчеркивает, что адъюнкт – это взрослый обучающийся с уже имеющимся жизненным и профессиональным (служба в войсках) опытом. Это требует субъект-субъектного взаимодействия с научным руководителем, опоры на его опыт, практико-ориентированного характера обучения и высокой степени самостоятельности.

Интеграция этих подходов позволяет создать многомерную «систему координат» для исследования преемственности.

Нами была создана программа экспериментального исследования «Педагогические условия обеспечения преемственности профессиональной подготовки в системе «военный технический вуз – адъюнктура» на основе модели интегрированной научно-образовательной траектории».

Которая позволяет теоретически обосновать и экспериментально проверить эффективность модели интегрированной научно-образовательной траектории (ИНОТ) как средства обеспечения преемственности и повышения качества подготовки военных научных кадров.

В эксперименте участвовали две группы:

- **Экспериментальная группа (ЭГ):** 23 курсанта выпускного курса,

проявивших склонность к научной работе, и офицеры, поступившие в адъюнктуру из числа этих курсантов после 1-2 лет службы в войсках (лонгитюдный аспект).

- **Контрольная группа (КГ):** 23 курсанта и адъюнкты, обучавшихся по традиционной программе.

Группы были выровнены по начальным показателям успеваемости и результатам первичной диагностики.

Таблица 3.

Критерии, показатели и методы диагностики преемственности

Критерий	Показатели	Методы диагностики
1. Мотивационно-ценностный (Отражает отношение к научной деятельности)	1.1. Степень осознанности выбора научной карьеры. 1.2. Доминирующие мотивы (внешние/внутренние). 1.3. Удовлетворенность процессом научно-исследовательской работы.	– Анкета «Мотивация к научной деятельности» (адаптированная методика Т.И. Ильиной). – Полуструктурированное интервью с курсантами / адъюнктами. – Метод неоконченных предложений («Научная работа для меня – это...»).
2. Когнитивно-содержательный (Отражает глубину и системность знаний)	2.1. Уровень методологических знаний (принципы, методы, логика исследования). 2.2. Глубина знаний в предметной области, знание «переднего края» науки. 2.3. Междисциплинарность мышления.	– Тест «Методологическая компетентность исследователя». – Анализ библиографических списков к ВКР и публикациям адъюнктов. – Решение кейс-задач (предложение плана исследования для решения предложенной проблемы).
3. Операционально-деятельностный (Отражает владение исследовательскими умениями)	3.1. Умение формулировать проблему, объект, предмет, гипотезу. 3.2. Умение планировать и проводить эксперимент. 3.3. Навыки академического письма и публичного выступления. 3.4. Количество и качество публикаций, выступлений на конференциях.	– Экспертная оценка ВКР и проектов научных докладов (по разработанной карте оценки). – Портфолио достижений адъюнкта (публикации, патенты, акты внедрения). – Наблюдение за выступлением на научном семинаре кафедры.

Каждый показатель оценивался по трехуровневой шкале: низкий (репродуктивный), средний (алгоритмический), высокий (творческий).

Результаты констатирующего этапа

Начальная диагностика курсантов выпускного курса (будущих ЭГ и КГ) показала отсутствие статистически значимых различий между группами. Общая картина была следующей:

- **Мотивация:** преобладала внешняя мотивация (желание остаться в городе, получить более высокую должность), лишь у 15-20% курсантов была выявлена устойчивая внутренняя мотивация к познанию и научной деятельности.

- **Знания:** уровень знаний по фундаментальным и специальным дисциплинам был достаточно высок (средний балл 4.3-4.4), однако методологические знания были фрагментарны и носили формальный характер. Более 70% курсантов не могли четко сформулировать гипотезу для предложенной исследовательской задачи.

- **Умения:** исследовательские умения были развиты слабо. Подготовка ВКР в большинстве случаев носила компилятивный характер.

Анализ документов показал, что тематика 85% ВКР не имела никакой связи

с тематикой диссертаций, защищаемых на соответствующих кафедрах, что подтверждало содержательный разрыв.

Анализ результатов контрольного этапа

После проведения формирующего этапа была проведена итоговая диагностика адъюнктов 2-го года обучения. Результаты показали существенную положительную динамику в экспериментальной группе.

Таблица 4.

Сравнительные результаты диагностики адъюнктов ЭГ и КГ на контрольном этапе (в % от числа опрошенных в группе)

Критерий / Уровень	Контрольная группа (КГ)	Экспериментальная группа (ЭГ)
1.Мотивационно-ценностный		
Низкий	23%	7%
Средний	60%	33%
Высокий (внутренняя мотивация)	17%	60%
2.Когнитивно-содержательный		
Низкий	13%	3%
Средний (алгоритмический)	67%	40%
Высокий (творческий)	20%	57%
3.Операционально-деятельностный		
Низкий	30%	10%
Средний (умение действовать по образцу)	57%	37%
Высокий (самостоятельная постановка и решение задач)	13%	53%

Результаты, представленные в таблице, наглядно демонстрируют эффективность модели ИНОТ. В ЭГ значительно (в 3.5 раза) выросла доля адъюнктов с высоким уровнем мотивации. Более половины адъюнктов ЭГ продемонстрировали высокий (творческий) уровень владения как методологией (когнитивный критерий), так и практическими и следовательскими умениями (операционально-деятельностный критерий), в то время как в КГ эти показатели остались на уровне 13-20%.

Статистическая обработка данных с использованием t-критерия Стьюдента подтвердила, что различия в результатах ЭГ и КГ являются статистически значимыми на уровне $p \leq 0.01$.

Дополнительным качественным показателем эффективности стало то, что к концу 2-го года обучения в адъюнктуре 65% адъюнктов из ЭГ имели не менее 3 публикаций в журналах из перечня ВАК (в КГ – 25%), а степень готовности текста диссертации у них, по экспертным оценкам научных руководителей, в среднем составляла 50-60% (в КГ – 25-30%). Это означает, что модель ИНОТ позволяет не только повысить качество подготовки, но и обеспечить своевременную подготовку диссертации.

Полученные данные убедительно доказывают, что разрывы в преемственности не являются фатальными и могут быть успешно преодолены при целенаправленной организационно-педагогической работе. Модель ИНОТ сработала, потому что она воздействовала на все компоненты преемственности:

- **Содержательно-целевой:** «сквозная» тема исследования от ВКР к диссертации обеспечила логическую и содержательную связность.
- **Организационно-методический:** ранняя интеграция в работу научной школы и поддержка во время службы в войсках создали непрерывную среду профессионального развития.
- **Психолого-акмеологический:** ранняя диагностика склонностей, персональное наставничество и видимая перспектива научной карьеры сформировали устойчивую внутреннюю мотивацию.

Эксперимент показал, что даже двухлетний перерыв на службу в войсках не является критическим препятствием, если в этот период поддерживается связь офицера с научной школой вуза.

Проведенное исследование позволило решить поставленные задачи и прийти к следующим выводам:

Преимственность профессиональной подготовки в системе «военный технический вуз – адъюнктура» представляет собой сложный, многоаспектный феномен, включающий содержательно-целевой, организационно-методический и психолого-акмеологический компоненты. Игнорирование любого из них ведет к снижению эффективности подготовки военных научных кадров.

Разработанная и апробированная комплексная методология исследования преимущественности, основанная на интеграции системного, компетентностного, акмеологического и андрагогического подходов, является валидным и надежным инструментом для диагностики, анализа и проектирования непрерывного военно-профессионального образования.

Сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта показал, что магистральными путями обеспечения

преимственности являются ранняя интеграция обучающихся в научную деятельность, гибкость образовательных траекторий и тесная связь фундаментального образования с прикладными исследованиями.

Экспериментально доказано, что применение модели интегрированной научно-образовательной траектории (ИНОТ) позволяет значительно повысить уровень сформированности исследовательских компетенций и мотивации у будущих военных ученых, обеспечить «бесшовный» переход от вузовского этапа к адъюнктуре и повысить общую эффективность подготовки диссертационного исследования.

Перспективы дальнейших исследований мы видим в лонгитюдном отслеживании карьерных траекторий выпускников ЭГ и КГ, в адаптации предложенной методологии к условиям подготовки кадров по гуманитарным и командным специальностям, а также в разработке цифровой платформы для поддержки и мониторинга индивидуальных научно-образовательных траекторий.

Список литературы:

1. Барабанщиков А.В. Педагогика высшей военной школы. – М.: Воениздат, 1985. – 245 с.
2. Беликов В.А. Философия образования личности: деятельностный аспект: монография. – М.: Владос, 2004. – 357 с.
3. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1973. – 270 с.
4. Вербицкий А.А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения: материалы к четвертому заседанию методологического семинара. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 84 с.
5. Вдовюк В.И., Герасимов В.Н. Военно-педагогическая акмеология: теория, методология, практика. – М.: ВУ, 2008. – 312 с.
6. Герасимов В.Н. Основы превентивной педагогики в Вооруженных Силах Российской Федерации: теория и практика. – М.: ВУ, 1996. – 231 с.
7. Деркач А.А. Акмеологические основы развития профессионала. – М.: Изд-во МПСИ; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2004. – 752 с.
8. Давыдов В.П., Загвязинский В.И. Педагогика: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 176 с.
9. Зимняя И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34-42.
10. Змеёв С.И. Андрагогика: основы теории, истории и технологии обучения взрослых. – М.: ПЕР СЭ, 2007. – 272 с.
11. Караяни А.Г., Сыромятников И.В. Прикладная военная психология. – СПб.: Питер, 2006. – 480 с.
12. Ковалевский И.В. Формирование исследовательской компетентности у курсантов военного вуза: дис. ... канд. пед. наук. – Кострома, 2015. – 188 с.

13. Краевский В.В., Хуторской А.В. Основы обучения: Дидактика и методика. – М.: Академия, 2007. – 352 с.
14. Кузьмина Н.В. Профессионализм личности преподавателя и мастера производственного обучения. – М.: Высшая школа, 1990. – 119 с.
15. Леднев В.С. Содержание образования: сущность, структура, перспективы. – М.: Высшая школа, 1991. – 224 с.
16. Михеев В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике. – М.: КомКнига, 2006. – 200 с.
17. Новиков А.М. Методология образования. – М.: Эгвес, 2006. – 488с.
18. Педагогический словарь: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В.И. Загвязинского, А.Ф. Закировой. – М.: Академия, 2008. – 352 с.
19. Петров А.Н. Развитие методической системы обучения будущих офицеров на основе технологий электронного обучения: дис. ... д-ра пед. наук. – Ярославль, 2018. – 450 с.
20. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / под ред. В.А. Сластенина. – М.: Академия, 2002. – 576 с.
21. Субетто А.И. Онтология и эпистемология компетентностного подхода, классификация и квалиметрия компетенций. – СПб.-М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 72 с.
22. Феденко Н.Ф. Очерки по психологии личности советского воина. – М.: Воениздат, 1962. – 159 с.
23. Чекалов Д.А. Педагогическое обеспечение преемственности довузовской и вузовской подготовки военных специалистов: дис. ... канд. пед. наук. – М., 2011. – 201 с.
24. Bacevich, A. J. The New American Militarism: How Americans Are Seduced by War. – Oxford University Press, 2013. – 304 p.
25. Forming the Future: The National Defense University Strategic Plan 2018-2023. – Washington, DC: NDU Press, 2018. – 45 p.
26. Goldman, E. O., & Eliason, L. C. (Eds.). The diffusion of military technology and ideas. – Stanford University Press, 2003. – 448 p.
27. Soeters, J., Shields, P. M., & Rietjens, S. (Eds.). Routledge handbook of research methods in military studies. – Routledge, 2014. – 326 p.
28. Wang, C. (2018). Military-Civil Fusion in the PLA's Pursuit of the «China Dream». China Brief, 18(3).
29. Wook, K. Military Education and Elite Formation in the Bundeswehr. // Connections: The Quarterly Journal. – 2005. – Vol. 4. – №. 1. – P. 59-70.
30. ZHANG, Y. Reflections on the Cultivation of Innovative Talents in Military Academies under the Background of Military-civilian Integration // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – Vol. 1920. – No. 1. – P. 012089.

О смысловой сущности понятия «профессиональная компетентность специалистов ВМФ»**On the semantic essence of the concept of «professional competence of Navy specialists»**

Аннотация: в статье обосновывается смысловая сущность понятия «профессиональная компетентность специалистов ВМФ» с привязкой к специфике профессиональной деятельности военно-морских специалистов и решаемых ими профессиональных задач.

Annotation: the article substantiates the semantic essence of the concept of «professional competence of Navy specialists» with reference to the specifics of the professional activities of naval specialists and the professional tasks they solve.

Ключевые слова: профессиональная компетентность, специалист военно-морского флота, профессиональные задачи.

Keywords: professional competence, navy specialist, professional tasks.

Смысловая сущность понятия «профессиональная компетентность специалистов ВМФ» (Военно-Морского Флота) – это сложный, многомерный конструкт, выходящий далеко за рамки простого набора знаний, умений и навыков. Она формируется на стыке уникальных условий морской службы, военного дела и высокотехнологичных специальностей.

Обоснование смысловой сущности понятия «профессиональная компетентность специалистов ВМФ» целесообразно производить через анализ понятий «профессия», «должность», «профессиональная деятельность», «работа», «служба», «квалификация», «компетенция», «профессиональные задачи» с привязкой к содержанию структурных компонентов компетентности, так как требования к действующим специалистам ВМФ, фактически исполняющим свойственную им соответствующую профессиональную деятельность, определяются в отношении должностей без использования понятия компетенции, а требования к выпускникам военно-морских учебных заведений, которые только начинают свою самостоятельную профессиональную деятельность, базируются на непосредственном применении понятия компетенции без использования понятия должности.

В монографии О.А. Козлова [1] «система военного образования – это совокупность взаимодействующих государственных образовательных стандартов профессионального образования, квалификационных требований к выпускникам военных вузов по специальностям и преемственных образовательных программ различного уровня и направленности; сети реализующих их военных образовательных учреждений; органов управления военным образованием; научных и методических объединений, советов и др.».

Военно-профессиональная подготовка курсантов в военных вузах ВМФ подчинена конкретной цели – выполнению государственного заказа в соответствии с ФГОС ВО и КТ на подготовку высокопрофессиональных военных специалистов по военно-учетным специальностям (ВУС) с заранее заданным уровнем профессиональной компетентности. Определение кадрового заказа позволяет сформировать конечный образ выпускника военно-морского вуза, обладающего особыми духовно-нравственными, морально-психологическими, интеллектуальными, социальными и физическими качествами и, который раскрывал бы основные направления подготовки данного выпускника.

Обучение в военном вузе организуется и проводится в соответствии с требованиями военной политики государства, а также согласно приказам и директивам Министерства обороны Российской Федерации. Его организационно-содержательную основу составляют: программы боевой и военно-политической подготовки, государственные образовательные стандарты и квалификационные требования к подготовке военных специалистов, военная доктрина государства, военная наука, воинские уставы, служебная деятельность. Необходимо учитывать, что обучение курсантов в высших военноморских учебных заведениях неразрывно связано с подготовкой к выполнению специальных функциональных обязанностей на кораблях и в береговых частях ВМФ.

Профессия – это «род трудовой деятельности (занятий) человека, владеющего комплексом специальных теоретических знаний и практических навыков, приобретенных в результате специальной подготовки и опыта работы; является обычно источником существования» [2, с. 266]; «разновидность деятельности, необходимая для общества и дающая человеку возможность существования и развития» [Там же, с. 306].

Должность – это «занимаемая работником в структуре организации структурная единица, обусловленная определенным кругом его обязанностей, должностными правами, характеристикой квалификации и характером ответственности» [3, с. 27].

В свою очередь термин «должностные обязанности» имеет много трактовок, но в общем случае его определяют как «трудовые функции соответствующего должностного лица, которые он обязан исполнять в течение рабочего времени в соответствии с заключенным трудовым договором или избранием (назначением) на должность» [4]. Если трудовая деятельность осуществляется в форме службы, то должностные обязанности трактуют как «служебные обязанности, во исполнение которых должны производиться служебные действия, то есть действия в интересах службы, для достижения служебных целей» [5, с. 19]. Последняя трактовка подчеркивает,

что должностные обязанности лиц, находящихся на государственной или муниципальной службе, должны соответствовать тому законодательному акту РФ, который определяет цели специфику функционирования соответствующей службы.

Анализ работ О.М. Зайцевой [6, с. 6], Э.Ф. Зеер [7, с. 9], Т.Л. Марковой [8, с. 7], словарно-справочного пособия [9, с. 29] позволяет заключить, что профессиональная деятельность – это разновидность трудовой деятельности, требующая наличия у работника соответствующей подготовки в виде теоретических знаний и практических навыков, компетенций и качеств, полученных в ходе специальной подготовки или трудового опыта и приносящая доход.

Поэтому корректность рассмотрения деятельности специалистов ВМФ как профессиональной определяется возможностью рассмотрения деятельности военнослужащих как вида трудовой деятельности.

В качестве трудовой деятельности принято рассматривать любую деятельность, осуществляемую лицами любого пола и возраста в целях производства товаров или оказания услуг для использования другими лицами или для собственного использования. При этом считается, что трудовая деятельность может осуществляться в виде работы и в виде службы.

Работа – «деятельность, результаты которой имеют материальное выражение и могут быть реализованы для удовлетворения потребностей организации и (или) физических лиц (п.4, ст. 38 НК РФ)» [10, с. 101]; «осуществление осмысленной трудовой деятельности; совокупность задач и функций: которые способен выполнять один человек; или которые могут быть поручены одному человеку» [7]; «производственные операции по созданию, сооружению, изготовлению, обработке чего-нибудь» [11, с. 144].

Служба – «профессиональная деятельность граждан государства по обеспечению исполнения полномочий государства, федеральных органов государственной власти, иных федеральных государственных органов, субъектов государства, органов государственной власти субъектов государства, иных государственных органов субъектов государства» [12].

В соответствии с принятыми в РФ законодательными актами деятельность специалистов ВМФ корректно рассматривать в качестве трудовой деятельности. Поэтому и приведенные выше трактовки профессиональной деятельности корректны в отношении деятельности специалистов ВМФ.

У профессии каждого военнослужащего есть свой гражданский аналог. Характеристики квалификации (уровня знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы), необходимой для реализации этого аналога, представлены в соответствующем профессиональном стандарте (ПС). Отличия профессиональной деятельности военнослужащих от их гражданских аналогов определяются приказом МО РФ от 28.04.2022 № 256 [3], устанавливающим «Квалификационные требования к профессиональным знаниям и навыкам военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации, необходимым для исполнения обязанностей по воинским должностям (должностям)» [Там же, с. 3-21], которые уточняют и дополняют Федеральный закон от 28.03.1998 г. № 53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе» (в ред. ФЗ от 15.12.2025 № 475-ФЗ).

Термин «квалификация» обычно понимают как «степень профессиональной подготовленности человека, позволяющая ему выполнять работу по выбранной деятельности на определенном уровне сложности» [14, с. 25]. В ФЗ от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 15.10.2025) "Об образовании в Российской Федерации" квалификация трактуется как «уровень знаний, умений, навыков и компетенции, характеризующий подготовленность к выполнению определенного вида профессиональной деятельности» [15, с. 3]. Факт наличия необходимой квалификации в соответствии со ст. 60 этого закона считается установленным при наличии соответствующих документов (дипломов, свидетельств, сертификатов и т.п.), которые выдаются «лицам, успешно прошедшим итоговую аттестацию ... организациями, осуществляющими образовательную деятельность» [Там же, с. 185]. Образцы таких документов устанавливаются соответствующими федеральными органами исполнительной власти.

Приведенные в приказе МО РФ от 28.04.2022 № 256 квалификационные требования (КТ) определяют: 1) группы должностей военнослужащих, к которым предъявляются требования; 2) перечни профессиональных знаний, необходимых для исполнения рассматриваемой группы должностей; 3) перечни профессиональных навыков, необходимых для исполнения рассматриваемой группы должностей. При анализе этих КТ на себя обращает внимание тот факт, что в их тексте термин «компетенция» ни разу не встречается. Другими словами, для формулировки требований к действующим военнослужащим понятие компетенции оказывается не нужным, но становится актуальным и незаменимым при формулировке требований к процессу и результатам подготовки этих военнослужащих. Для выявления причин возникновения такой ситуации необходимо определить смысловую суть тех требований, которые обозначают термином «компетенция», а также особенности процедур их определения.

Термин «компетенция» сегодня обычно используют в двух смыслах: 1) для определения круга полномочий, которыми наделен субъект (употребляется в формальном (юридическом) смысле при характеристике прав и обязанностей субъекта); 2) для определения круга вопросов, в которых субъект обладает познаниями (используется для характеристики компетентности субъекта).

Трактовки понятия «компетенция» различают в зависимости от того, используется этот термин для обозначения единичного требования или интегральной совокупности таких требований.

Единичную компетенцию определяют следующим образом: 1) «наиболее важная для профессиональной деятельности характеристика, проявляющаяся в поведении и измеряемая, на основе объективных индикаторов» [16, с. 13]; «любой измеримый атрибут специалиста, который различает качество исполнения деятельности» [17].

О.Л. Белова выделяет следующие основные виды единичных компетенций [18]: 1) теоретические и профессиональные знания; 2) навыки выполнения работы

и универсальные навыки (коммуникативные, управленческие и т.п.); 3) способности к освоению новых видов деятельности; 4) ценностные ориентации и характеристики мотивации; 5) личностные черты и психофизиологические особенности.

Интегральная компетенция в кадровом менеджменте трактуется как:

– «интегральная характеристика деловых качеств работника, сочетающая в себе знания, навыки, ценности, нормы, модели поведения, необходимые для выполнения работы в соответствии с целями организации» [19, с. 100];

– «личностная способность специалиста (работника) выполнять определенный класс профессиональных задач ... совокупность формально описанных требований к личностным, профессиональным и т.д. чертам кандидата на должность (рабочее место)» [20, с. 14];

– «интегральное качество, сочетающее в себе знания, навыки и мотивацию, описанное в терминах наблюдаемого поведения, которое отличает хорошего работника от плохого на определенной позиции» [21, с. 1704];

– «знания, профессиональные навыки и особенности поведения, требуемые для выполнения конкретных задач при осуществлении должностных обязанностей» [22, с. 3].

В практике кадрового менеджмента в целях однозначного разделения понятий единичной и интегральной компетенций для обозначения последней часто используется термин «модель компетенций», который определяется как «детальное описание стандартов поведения работников, занимающих конкретную должность, ведущих к достижению должностных целей» [23, с. 64]; «набор компетенций, который необходим организации для решения стоящих перед ней задач, а работнику для выполнения определенной работы» [24, с. 77].

Исходя из указанной субординации, руководящие документы сферы образования (методики, рекомендации и т.п.) определяют термин «компетенция» в полном соответствии с его трактовками в кадровом менеджменте:

– «компетенция – динамическая комбинация знаний, умений и способность

применять их для успешной профессиональной деятельности» [9, с. 13];

– «компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области» [25, с. 7];

– «компетенция выпускника – комбинация знаний, умений и способность их применять для профессиональной деятельности как результат освоения образовательной программы» [6, с. 5].

Таким образом, в сфере образования и менеджменте термин «компетенция» понимают одинаково, но применяют его для описания различных объектов: в сфере управления персоналом термин «компетенция» используют в отношении профессий и должностей, а в сфере образования – в отношении направлений подготовки и специальностей.

В отличие от федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) в ПС используются понятия «обобщенные трудовые функции (ОТФ)» и «трудовые функции (ТФ)», в конечном счете ОТФ и ТФ – это множества процедур решения той совокупности задач, состав которой определяется должностными обязанностями и полномочиями профессионала. Однако как отдельные профессиональные задачи, так и их совокупности в ПС не отражаются, да и сам термин «задача» не используется. Для объяснения того факта, что профессиональные задачи постоянно решаются в деятельности любого профессионала, но упоминания о них в ПС отсутствуют, следует рассмотреть особенности смыслового наполнения понятия «профессиональная задача» в сфере профессиональной деятельности.

Особенности задач, решаемых военнослужащим в служебной деятельности, раскрывают дефиниции термина «профессиональная задача» представленные в работах С.Ю. Астаниной [26, с. 295]; Н.Н. Киселевой [27, с. 174], Д.В. Ластовенко [28, с. 83] и др. Авторы указывают на ряд особенностей профессиональных задач, решаемых в сфере профессиональной деятельности, а также целей и функций сотрудника (индивида, служащего, военнослужащего, работника и т.п.), решающего эти задачи.

Во-первых, все приведенные выше дефиниции учитывают тот факт, что цели профессиональной деятельности направлены непосредственно не на решение задач, а на выполнение должностных обязанностей. Поэтому решение профессиональной задачи является не целью, а средством достижения целей деятельности сотрудника (должностного лица).

Во-вторых, цель своих действий сотрудник определяет самостоятельно, исходя из особенностей реально сложившейся ситуации и комплекса своих прав и полномочий. При этом избранная цель, должна достигаться действиями, предусмотренными должностными обязанностями сотрудника. Поэтому профессиональная задача реально предъявляется сотруднику только в виде исходного предмета задачи (исходной задачной ситуации), а требование задачи (желаемую задачную ситуацию) он должен формулировать сам в соответствии со своими должностными обязанностями. Отсюда следует, что предмет задачи (исходная задачная ситуация) по отношению к разрешающему ее сотруднику – являются внешним компонентом задачной системы, а требования задачи (желаемая задачная ситуация) – ее внутренним компонентом.

В-третьих, воспринимаемая сотрудником исходная ситуация всегда реальна и конкретна, а действия по ее разрешению всегда реализуются фактически. Иначе говоря, на практике все профессиональные задачи представлены только в виде критериальных задач. Они могут отображаться в сознании сотрудников в виде родовых задач, но фактически предъявляются – только в виде индивидуальных (критериальных) задач.

Можно сделать следующие промежуточные выводы:

1. Профессиональная деятельность, осуществляемая в рамках трудовой деятельности (работы или службы), имеет целью не решение каких-то конкретных внешне заданных задач, а непрерывное выполнение своих должностных обязанностей, осуществление каждой из которых предполагает: 1) восприятие фактически возникшей исходной задачной ситуации (предмета задачи); 2) конструирование задачной системы путем

формулировки в рамках своих должностных прав и полномочий желаемой задачной ситуации (требований задачи); 3) выбор и реализацию ОТФ и ТФ, обеспечивающих решение задачи в рамках выполнения своих должностных обязанностей. Решение профессиональной задачи в рамках трудовой деятельности (работы или службы) является не целью, а средством достижения целей профессиональной деятельности,

2. В отличие от целей ОТФ и ТФ, реализуемых в рамках работы или службы, аналогичные действия в сфере обучения устремлены на решение соответствующих внешне заданных задач, предъявляемых обычно в виде знаковых моделей (формулировок) соответствующих полных задачных систем, включающих как предмет, так и требование задачи. Решение профессиональной задачи в сфере обучения непосредственно является целью учебной деятельности, которая состоит не в достижении наиболее адекватных результатов профессиональной деятельности, а в демонстрации безошибочности и своевременности реализации осваиваемой процедуры профессиональной деятельности.

Таким образом, в сфере профессиональной деятельности исходные проблемные ситуации, требующие от должностного лица реализации обобщенных трудовых функций (ОТФ) и трудовых функций (ТФ), обычно создаются самой средой деятельности, и их формирование не требует никаких специальных внешних воздействий. Напротив, в сфере обучения исходные проблемные (задачные) ситуации, разрешаемые путем реализации ОТФ и ТФ, сами по себе не возникают. Их создание требует специальных воздействий, реализуемых путем формулировки задач профессиональной деятельности (ЗПД).

Ключевыми смысловыми составляющими компетентности специалиста ВМФ выступают:

1) специально-технический компонент, включающий:

– системное знание – это не просто понимание своей техники (ракетного комплекса, гидроакустической станции, артиллерийской установки, энергетической установки, радиоэлектронного оборудования), а знание ее места в общей системе корабля, соединения, флота, например специалист-

ракетчик должен понимать, как его система связана с разведкой, навигацией и системой управления;

- практическое мастерство – то есть умение и навыки работать с оборудованием не в классе, а в различных (штатных, нештатных и аварийных) условиях – качки, вибрации, повреждений, стресса, пожара, пробойны, выхода из строя систем), обслуживать и ремонтировать технику;

- технологическую гибкость – способность осваивать модернизированные и новые образцы вооружения и техники, что в условиях длительного цикла строительства кораблей критически важно;

2) оперативно-тактический компонент:

- понимание морского боя и операции – осознание места и роли своего корабля, подразделения и своей военно-учетной специальности в общей тактической картине, то есть для чего и в каких условиях он как специалист будет использован, это понимание основ тактики, противодействия противнику, скрытности действий;

- ситуационная осведомленность – то есть постоянное оценивание и прогнозирование изменений в навигационной, гидрометеорологической, тактической обстановке – это то, что отличает моряка от берегового специалиста, ключевое качество для принятия решений в море;

- знание противника – понимание возможностей и тактики вероятного противника для эффективного противодействия ему;

3) организационно-управленческий и психологический компонент:

- командная работа (экипажность) – суть флотской службы, носит характер коллективной деятельности и включает способность к слаженным действиям в команде, взаимозаменяемости, четкому взаимодействию по боевым расписаниям, взаимопонимание без слов, доверие;

- лидерство и ответственность – каждый специалист на своем посту – лидер, отвечающий за вверенную технику, людей и участок работы, это способность принимать решения в условиях дефицита времени и информации, неся за них ответственность;

- психологическая устойчивость – умение работать в условиях длительной автономности походов, длительного психофизического стресса, работать

в условиях изоляции, замкнутости пространства, авральных режимах, несения напряженных вахт, оторванности от семьи, умение сохранять бдительность и работоспособность при усталости;

4) морально-этический и ценностный аспект (стержень): ценностно-мотивационный компонент:

- военно-морская культура и верность военно-морским традициям – глубокое усвоение понятий чести мундира, долга, достоинства корабля, морского братства, это не романтика, а действенный кодекс, обеспечивающий сплоченность, это основа морального духа;

- патриотизм и государственное мышление – осознание своего места в защите морских национальных интересов страны;

- дисциплина и исполнительность – не как слепое подчинение, а как осознанная необходимость для выживания корабля и выполнения боевой задачи в сложнейших условиях.

Уникальные факторы среды ВМФ, формирующие компетентность у военно-морского специалиста:

- автономность – корабль – это самостоятельная боевая единица, несущая все системы жизнеобеспечения, ошибки часто невозможно исправить с помощью внешней поддержки;

- высокая интеграция систем – все системы корабля (вооружение, движение, управление, живучесть) связаны в единый организм. Неполадка в одном сегменте (энергетика, живучесть) катастрофически влияет на все остальные;

- враждебная среда – то есть море, погода, удаленность – постоянные «противники» и в мирное время; их влияние, особенно «в связке» даже без боя носит особый характер и предъявляет экстремальные требования к человеку и технике;

- длительный цикл военно-профессиональной подготовки и колоссальная стоимость ошибки – просчет в море может привести к гибели корабля, экипажа и крупным стратегическим последствиям, поэтому требуется длительное и многоуровневое формирование компетентности: от теории и тренажеров до реальных походов.

Все указанное позволяет заключить о смысловой сущности понятия «профессиональная компетентность

специалистов ВМФ, выступающее интегрированным качеством личности, характеризующее его способность и готовность решать профессиональные задачи в области военно-морского дела с высокой степенью эффективности, ответственности и надежности в условиях мирного и военного времени, в обстановке, сочетающей экстремальность, автономность и

коллективный характер деятельности. Ядром компетентности вступает способность, то есть владение необходимыми умениями, навыками, тактическим мышлением и готовность, то есть мотивационная, психологическая и физическая подготовленность применить эти способности в реальной, в том числе экстремальной, обстановке.

Список литературы:

1. Козлов О.А. Теоретико-методологические основы информационной подготовки курсантов военно-учебных заведений [Текст]: монография / О.А. Козлов. – М.: ИИО РАО, 2010. – 326 с.
2. Вишнякова С.М. Профессиональное образование: Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика. – М.: НМЦ СПО, 1999. – 538 с.
3. Титор С.Е. Понятие должности в составе трудовой функции // Вестник ГУУ. 2018. № 8. С. 23-27.
4. Российская энциклопедия по охране труда. [Электронный ресурс]. URL: <https://bio.niv.ru/doc/encyclopedia/work-safety/index.htm> (дата обращения 26.01.2026).
5. Войтович В.Ю. Основы научного государственного и муниципального управления: курс лекций. – Ижевск: Изд. центр «Удмуртский университет», 2016. – 119 с.
6. Зайцева О.М. и др. Рекомендации по применению профессиональных стандартов при разработке образовательных программ. – М.: Перо, 2023. – 39 с.
7. Зеер Э.Ф. Теоретико-прикладные основания психологии профессионального развития: монография. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2015. – 194 с.
8. Маркова Т.Л. Феномен «профессиональная деятельность»: концептуальный анализ // Мир науки. Социология, филология, культурология. 2016. №3. 17 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://sfk-mn.ru/PDF/04SFK316.pdf> (дата обращения: 18.12.2025).
9. Волошина И.А., Зайцева О.М., Новиков П.Н., Перова И.Т., Прянишникова О.Д. Термины и понятия профессионально-квалификационной сферы: словарно-справочное пособие. – М.: Изд-во «Перо», 2021. – 52 с.
10. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть первая (по состоянию на 08.12.2025 г.). – 1782 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/files/9/2/343529/garant_nalogovy_kodeks_rf.pdf (дата обращения: 18.12.2025).
11. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология: словарь системы основных понятий. – М.: Либроком, 2013. – 208 с.
12. Большая российская энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/> (дата обращения: 06.07.2025).
13. Приказ МО РФ от 28.04.2022 № 256 «Об определении Квалификационных требований к профессиональным знаниям и навыкам военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации, необходимым для исполнения обязанностей по воинским должностям (должностям), и Порядка проведения испытаний военнослужащих Вооруженных Сил Российской Федерации для присвоения им классной квалификации» (зарегистрирован 07.06.2022 № 68771). [Электронный документ]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202206080020?index=2> (дата обращения: 01.10.2025).
14. Броневицкий Г.А., Броневицкий Г.Г., Томилин А.Н. Психолого-педагогический словарь офицера воспитателя корабельного подразделения. – Новороссийск: Изд-во «С легкой руки», 2005. – 76 с.
15. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» – 404 с. [Электронный документ]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201212300007> (дата обращения: 01.10.2025).
16. Белова О.Л. Квалификационная характеристика и модель компетенций: можно ли ставить знак равенства // Кадровик. Кадровое делопроизводство. 2010. № 1. С. 10-15.

17. Бабушкин Э.О. функционале специалиста по оценке персонала. [Электронный ресурс] URL: <https://edwvb.blogspot.com/2013/06/functional-specialist-staff-evaluation.html> (дата обращения: 18.05.2025).
18. Белова О.Л. Формирование квалификационных требований к специалистам, реализующим государственную молодежную политику: дис. ... канд. эконом. наук. – Москва, 2010. – 190 с.
19. Силин А.Н. Социальный менеджмент. Словарь-справочник: учеб. пособие. – М.: Университетская книга, 2009. – 176 с.
20. Сень О.А. Компетентностные подходы к обучению: сравнительный анализ // Вестник НГПУ. 2011. №3. С. 13-20.
21. Подвербных О.Е. и др. Модель проективного обучения персонала в условиях внедрения высокотехнологичного бережливого производства // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 3. С. 1699-1720.
22. Руководство по компетенциям (публикация Всемирной метеорологической организации № 1205, 2018 г.) – 74 с. [Электронный документ]. URL: <https://mgmtmo.ru/edumat/wmo/1205.pdf> (дата обращения: 15.11.2025).
23. Картушина Е.Н. Особенности построения модели компетенций // Социально-экономические явления и процессы. 2012. №7-8. С. 60-64.
24. Ерофеев А.К., Базаров Т.Ю. Авторские технологии разработки моделей компетенций // Организационная психология. 2014. №4. С. 74-92.
25. Письмо Минобрнауки РФ от 13.05.2010 № 03-956 «О разработке вузами основных образовательных программ» – 7 с. [Электронный документ]. URL: https://education.gnicpm.ru/wp-content/uploads/2018/07/DPO_pismo_minobr_03-956_13_05_2010.pdf (дата обращения: 15.11.2025).
26. Астанина С.Ю. Типы и виды учебно-профессиональных задач в фундаментальной подготовке врачей // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 4. С. 293-299.
27. Киселева Н.Н. Профессиональная задача как средство оценивания компетенций при подготовке специалистов среднего звена ИТ направления // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. С. 170-178.
28. Ластовенко Д.В. Методологические основы процесса решения профессиональных задач субъектом деятельности // Психология и Психотехника. 2019. № 4. С. 81-88.

Роль 7-й отдельной железнодорожной ордена Трудового Красного Знамени бригады в послевоенном восстановлении Московско-Курской, Московско-Донбасской, Сталинской железных дорог

The role of the 7th Separate Railway Brigade of the Order of the Red Banner of Labor in the post-war restoration of the Moscow-Kursk, Moscow-Donbas, and Stalin Railways

Аннотация. В статье внимание уделено историческому контексту, организационным аспектам и непосредственным результатам деятельности 7-й железнодорожной ордена Трудового Красного Знамени бригады в послевоенном восстановлении железнодорожного транспорта Советского Союза

Abstract. The article focuses on the historical context, organizational aspects, and immediate results of the 7th Railway Brigade of the Order of the Red Banner of Labor in the post-war reconstruction of the Soviet Union's railway transport.

Ключевые слова: Восстановление железных дорог, железнодорожный транспорт, отдельная железнодорожная бригада.

Keywords: Railway restoration, railway transport, separate railway brigade.

После победоносного завершения Великой Отечественной войны вся страна и её Вооруженные силы сосредоточили усилия на перестройке своей деятельности и переходе к условиям мирного времени.

Государственный комитет обороны, Совет народных комиссаров СССР (после войны – Совет министров СССР), Наркомат путей сообщения ещё на завершающем этапе Великой Отечественной войны и сразу же после её окончания возложили на железнодорожные войска крупные государственные задачи по восстановлению разрушенного фашистами железнодорожного транспорта, который находился в тяжелом положении [1].

В руинах лежали многие станции и вокзалы, куда ступала нога врага. Степень разрушения была настолько велика, что легче было строить заново, чем восстанавливать. Борьба за восстановление всего разрушенного стала поистине всенародным делом, в котором самым активным и непосредственным образом участвовала 7-я ождбр.

В соответствии с приказом НКПС от 15 февраля 1946 года № 025 воинские части 7-й ождбр в однодневный срок были

освобождены от работ на номерном объекте под названием «Строительство № 12», и в полном составе передислоцированы на Московско-Курскую и Московско-Донбасскую железные дороги.

В период восстановительных работ, в сжатые сроки в органах управления бригады был разработан комплекс мероприятий по внесению изменений в повседневную деятельность каждой воинской части, в их техническое оснащение, материальное обеспечение, планирование, организацию и технологию производственной деятельности, направленной на преодоление имеющихся трудностей в выполнении плановых заданий.

На первый план выдвинулись вопросы повышения производительности, качества и снижения себестоимости строительства, механизации производственных процессов, строжайшей экономии строительных материалов и, конечно же, подготовки специалистов массовых строительных профессий, механизаторов. Только с апреля по декабрь 1946 года было подготовлено: дорожных мастеров – 22 человека, механиков – 96 человек, бригадиров пути – 88 человек, плотников – 471 человек, каменщиков – 348 человек, мостовых

мастеров – 16 человек, шоферов – 56 человек, путейцев – 149 человек, копровщиков – 68 человек, штукатуров – 131 человек [2].

Подготовка специалистов проходила в основном без отрыва от производства путем прикрепления необученных и вновь прибывших солдат к опытным специалистам, на вечерних курсах и стахановских школах.

Все вышеперечисленные мероприятия позволили частям бригады своевременно, до конца 1946 года, выполнить все поставленные задачи и на оценку «хорошо» сдать в постоянную эксплуатацию такие перегоны, как: Горбачево – Скуратово протяженностью – 8,07 км (5 августа), Скуратово – Выползово протяженностью – 11,87 км (10 сентября), Выползово – Чернь протяженностью 11,42 км (14 сентября), Свобода – Букреевка

протяженностью 12,51 км (29 сентября), Бастыево – Мценск протяженностью 8,95 км (17 октября), Мценск – БП 339 км протяженностью 7,0 км (18 октября), Орел – Стальной Конь протяженностью 7,72 км (6 ноября), Самозвановка – Горбачево протяженностью 6,46 км (8 ноября), Чернь – Бастыево протяженностью 14,6 км и Куракино-Глазуновка протяженностью 7,4 км (31 декабря).

Не обошлось и без отставаний, в основном это касалось искусственных сооружений: мост через реку Оптуха на 367 км [рис. 1] общей длинной – 84,3 м, техническая готовность на 1 января 1947 год составляла – 42 %, мост через реку Лисица на 353 км общей длиной – 93 м, техническая готовность на 1 января 1947 год составляла – 55 %.



Рис. 1 – Последние штрихи строительства моста через реку Оптуха на 367 км

При выполнении задач воинскими частями 7-й ождбр основными факторами, определившими сроки восстановления перегонов, были:

1. Отсутствие укладочных материалов в первый период работ с апреля по май месяцы.
2. Необеспеченность пропитанными шпалами в период с июля до второй половины сентября.

Приказ НКПС № 304/ц 25 декабря 1946 года в части обеспечения восстановительных работ Московско-Курской железной дороги материалами верхнего строения и шпалами был выполнен с опозданием на 2-3 месяца. В результате во 2-м квартале укладочные

работы не представлялось возможным развернуть нормальными темпами.

В марте-апреле 1947 года 7-я ождбр вошла в состав первого железнодорожного корпуса, который основной объём восстановительных работ выполнял на железных дорогах Донбасса. Места дислокации воинских частей 7-й ождбр в основном оставались прежние.

30 марта 1947 года 7-ю ождбр возглавил опытный офицер, прошедший по трудным дорогам войны, ранее командир 43-й ождбр полковник А.Ф. Платонов. Александр Федорович, как руководитель и организатор, вложил много энергии и инициативы при

восстановлении железнодорожных участков Ирса – Чудово, Чудово – Новгород, Батецкая – Дно. Там ему удалось по-боевому мобилизовать на выполнение задания командования не только личный состав бригады, но и оставшееся местное население в районах восстановления. Не успев принять новую должность, сразу включился в работу. При его организаторской способности, боевого опыта, уже в конце мая 1947 года были сданы в постоянную эксплуатацию такие перегоны, как: Лазерево – Сумарково протяженностью 5,2 км (25 апреля), Золотухино – Свобода протяженностью 15 км (6 мая), Житово – Лазерево протяженностью 8,96 км (11 мая), Стиль – Становой колодезь протяженностью 8 км (12 мая), Паточная – пост 261 км протяженностью 3,8 км (14 мая), Оптуха – Стальной Конь протяженностью 7,8 км, Бастыево – Мценск протяженностью 10,8 км и Отрада – пост 352 км протяженностью 2,1 км с открытием движения по железнодорожным мостам через реки Зуша, Лисица. А спустя двух месяцев, все задачи бригадой на железнодорожном участке Тула – Курск были выполнены.



Командир 7-й ждбр полковник Платонов
Александр Федорович

В соответствии с планом на 1948 год воинские части 7-й ождбр выполняли поставленные задачи на Московско-Курской и Московской железных дорогах.

На Московско-Курской железной дороге вели путевое развитие станции Ясная Поляна – 2,5 км, восстанавливали железнодорожный мост через реку Ока на 4 км железнодорожной линии Орел – Брянск.

На Московско-Донбасская железная дорога – вели восстановление перегона Шат – Оболенское протяженностью 9 км, восстанавливали железнодорожные мосты через реки Шат (Тульский путь 314 км), Сухая Гать, заканчивали развитие Сталинградского отделения со смягчением профиля на перегоне Химкомбинат – Сталиногорск, вели развитие железнодорожного узла Узловая I с устройством прямого выхода на Маклец – 8 км, путевое развитие станции Сборная и поста 216 км, подъездные пути к шахтам Донбасса № 18, 20.

При этом, вышеуказанный объем работ 7-я ождбр выполняла до конца марта 1948 года силами 4-х батальонов и одной ротой.

Безусловно, очень важно было мобилизовать людей. Надо было трудовой порыв бойцов и командиров подкрепить материально, то есть найти резервы в скудных запасах материалов, всячески использовать возможности местной строительной индустрии, поощрять инициативу. И необходимо отметить, что командованию бригады под руководством полковника А.Ф. Платонова это удалось. Даже четырьмя оставшимися батальонами бригада смогла закончить все поставленные задачи.

Большие объемы работ были выполнены по жилстроительству. Приступив к строительству жилых домов, служебных и технических зданий, воинские части бригады сразу столкнулись с проблемой нехватки цемента и извести. Выходить из трудного положения пришлось разными путями. Выход был найден в оказании помощи личным составом таким предприятиям как: цементному заводу, известковым карьерам, деревообрабатывающим мастерским и т.д., которые бескорыстно делились своей продукцией.

Только в период с июня по декабрь 1948 года было сдано в эксплуатацию объектов жилстроительства общей площадью 8219 м² [рис. 2].

Помимо объектов жилстроительства, построены и сданы в эксплуатацию три объекта хозяйственного значения: на станции Узловая – прачечная, конюшня площадью 1360 м², на станции Орел –



склад для личных вещей, овощехранилище, конюшня, гараж площадью 1807 м², на станции Курск – баня и склады ВВ и СВ, водоемное здание на станции Поньры [рис. 3].



Рис. 2 – Восьмиквартирный дом на станции Орел

В соответствии с планом на 1949 год части 7-й ждбр продолжали выполнять поставленные задачи на Московско-Курской и Московской железных дорогах. На 1 января 1949 года дислоцировались: Управление бригады, база МТС, лазарет – город Курск, 61-й оспжб и 7-й обмждр – город Орел, 68-й оспжб – станция Узловая.

В январе в состав бригады вошли 25-й омжб, прибывший из 30-й ождбр и 76-й оспжб, прибывший из 3-й ождбр с местом дислокации станция Старый Оскол. С 10 марта 61-й оспжб передислоцирован на станцию Елец.

Выполнение задач в 1949 году на Московско-Донбасской железной дороге характеризуются следующими показателями:



Рис. 3 – Водоемное здание на станции Поньры

Закончены и сданы в эксплуатацию 18 перегонов общей протяженностью 159,8 км, в том числе – Улусарка – Хитрово (2,95 км), Хитрово – Плоты (14,09 км), Плоты – Долгоруково

(4,39 км), Свечинская – Тербуны (8,38 км), Тербуны – Ударник (6,84 км), Набережное – Прокурово (9,1 км), Прокурово – Касторная-Восточная (8,36 км), Касторная-Восточная – Касторная-

Новая (5,42 км), Суковкино – Алисово (8,62 км), Голофеевка – Окуневка (9, 29 км), Окуневка – Чернянка (10,33 км), Чернянка – Холки (9,3 км), Бибиково – Волоконовка (9,84 км), Волоконовка – Рай (11,91 км), Рай – Принцевка (10,09 км), Принцевка – Солоти (6,5 км), Касторная-Новая – Соковкино (12,7 км), Солоти – Валуйки (10,6 км).

Закончены и сданы в эксплуатацию 17 средних и больших мостов общей протяженностью 580 пог. м, в том числе через реки – Олым, Котел, Окунь, Беленькая, Сухой Лог, Сазан, Щам, Вьевка, Плишка.

Закончены и сданы в эксплуатацию 11 жилых домов, общей жилплощадью –

916,8 м², среди которых – 2-х квартирный дом на станции Урванка, 2-х квартирный дом на станции Северная, 16-ти квартирный дом № 6 на станции Курск [рис. 4].

Нужно отметить, что в указанный период к числу важнейших мероприятий, обеспечивших конкретность и действенность социалистического соревнования личного состава, был установлен Корпусом учет показателей соцсоревнования бригад, батальонов и рот, позволяющий подводить итоги и правильно объективно определять передовые и отстающие бригады, батальоны и роты.



Рис 4. – Личный состав 61-го оспжд на строительстве шестнадцатиквартирного дома на станции Курск

Если до 1949 года командиры бригад и батальонов обращали внимание только на один показатель – выполнение месячного плана капиталовложений только в ценностном выражении, не придавая значения вводу в эксплуатацию, не обращая внимание на себестоимость строительства и производительность труда, в том более широком и принципиальном понимании, которое было установлено в 1947 году. Пересмотр указанных показателей заставил командиров в не меньшей степени заботиться и работать над улучшением своих качественных показателей (ввод в действие, производительность труда, качество работ и себестоимость строительства).

В период с 1 по 21 марта 1950 года во исполнение приказа начальника Железнодорожных войск от 27 января 1950 года № 0013, воинские части 7-й ждбр передислоцировались на Сталинградскую железную дорогу с местами дислокации: Управление бригады и лазарет – город Сталинград, 61-й оспждб и 894 база МТС – станция Прудбой, 7-й обмждр и 31-й оспждб – станция Карповская [5].

Основной задачей бригады стала разборка путей и сооружений, попадающих в зону затопления Цимлянского водохранилища (рис. 5), строительство обходов вне зоны затопления, строительство мостов через канал.

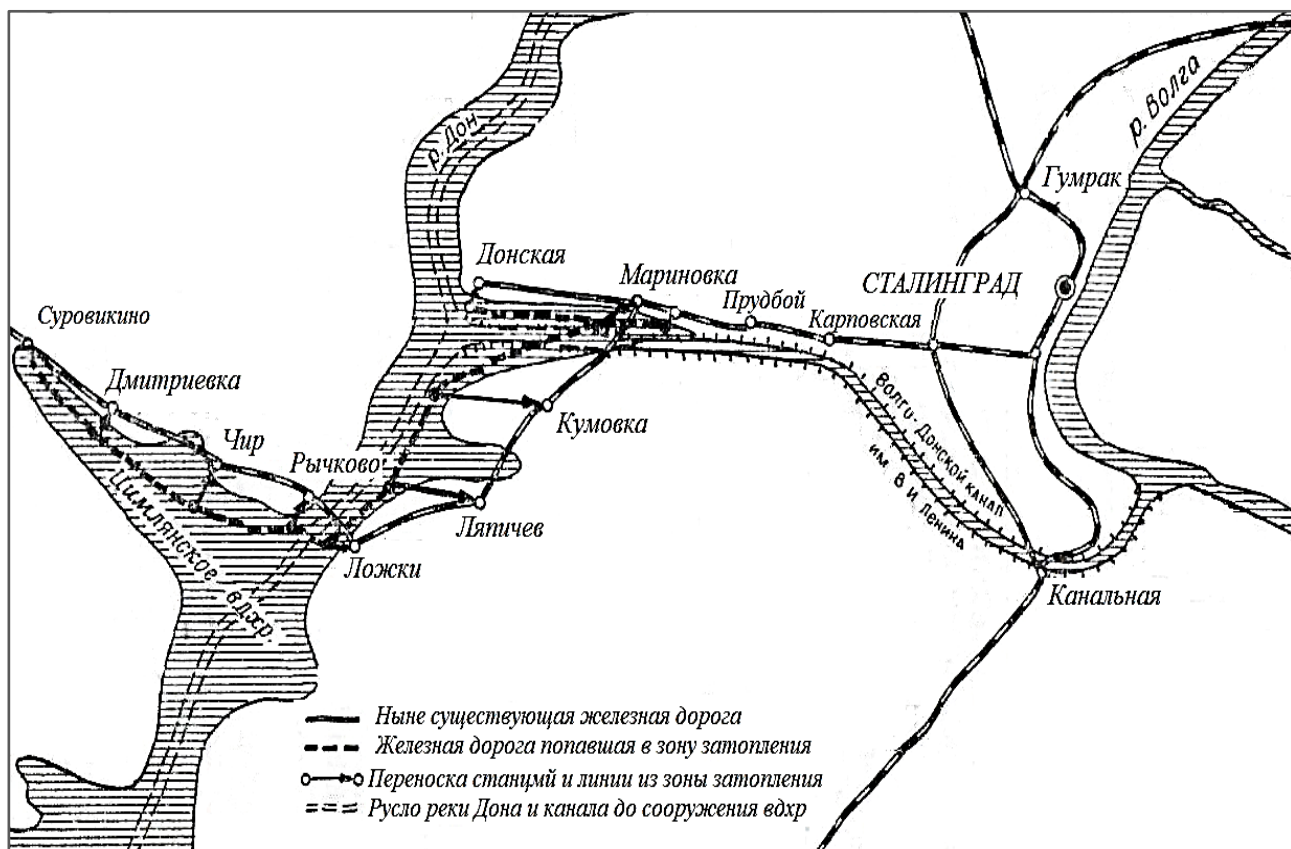


Рис. 5 – Перенос железнодорожных участков при сооружении Цимлянского водохранилища

2 августа 1950 года в командование бригады вступил подполковник А.М. Крюков (будущий начальник железнодорожных войск). Боевой и опытный офицер, прошедший по трудным дорогам войны, участник обороны и прорыва блокады Ленинграда, накопивший большой опыт в восстановлении и строительстве железных дорог на Ленинградском, 3-м Прибалтийском и 3-м Украинском фронтах, а также дорог в Польше и Венгрии. В момент прибытия частей бригады на Сталинградскую железную дорогу, А.М. Крюков занимал должность заместителя командира бригады и возглавлял оперативную группу бригады, прибывшую к месту предстоящих работ, и как никто владел обстановкой

В течение года частям 7-й ождбр предстояло вынести из зоны затопления Цимлянского водохранилища несколько железнодорожных участков и построить три больших моста через канал. Но для этого необходимо было построить новые железнодорожные пути и станции вне зоны будущего водохранилища, переключить на эти новые участки движение поездов и только потом приступить к демонтажу железнодорожных объектов и очистке дна будущего водохранилища.



Командир 7-й ждбр (02.08.1950 – 18.11.1954)
генерал-полковник
Крюков Алексей Михайлович

Для решения этих задач требовалось выполнить 1800 тыс. м³ земляных работ, произвести свыше 200 тыс. м² каменного мощения, уложить около 60 км железнодорожных путей и 18,5 тыс. м³. Всё это требовало максимального напряжения сил, умелого маневрирования техникой [5].

Прибывшие части оперативно приступили к выполнению поставленных задач, одновременно проводя работы по строительству временных сооружений для своих производственных и культурно-бытовых нужд.

В соответствии с утверждённым производственным планом части бригады дислоцировались на следующих объектах (рис. 6) [5]:

7-й ождбм – дислоцировался на станции Карповская и проводил работы по сооружению земляного полотна на железнодорожном обходе Суровикино – Карповская.

31-й опждб – дислоцировался на станции Карповская и проводил работы по усилению пропускной способности и развитию станций Сталинградской железной дороги.

49-й опждб – дислоцировался на станции Чир и проводил работы по устройству железнодорожных обходов Чир – Рычково, Дмитриевка – Чир.

61-й оспждб – дислоцировался на станции Прудбой и проводил работы по устройству обхода Мариновка – Донская.

104-й опждб – дислоцировался на разъезде Кривомузгинский и проводил работы по строительству железнодорожных обходов Кумовка – Мариновка, Ляпичев – Кумовка, станции Мариновка.

127-й омждб – дислоцировался на станции Ляпичев и проводил работы по строительству ИССО на железнодорожных обходах Мариновка – Донская, Рычково – Ложки и Чир – Рычково.

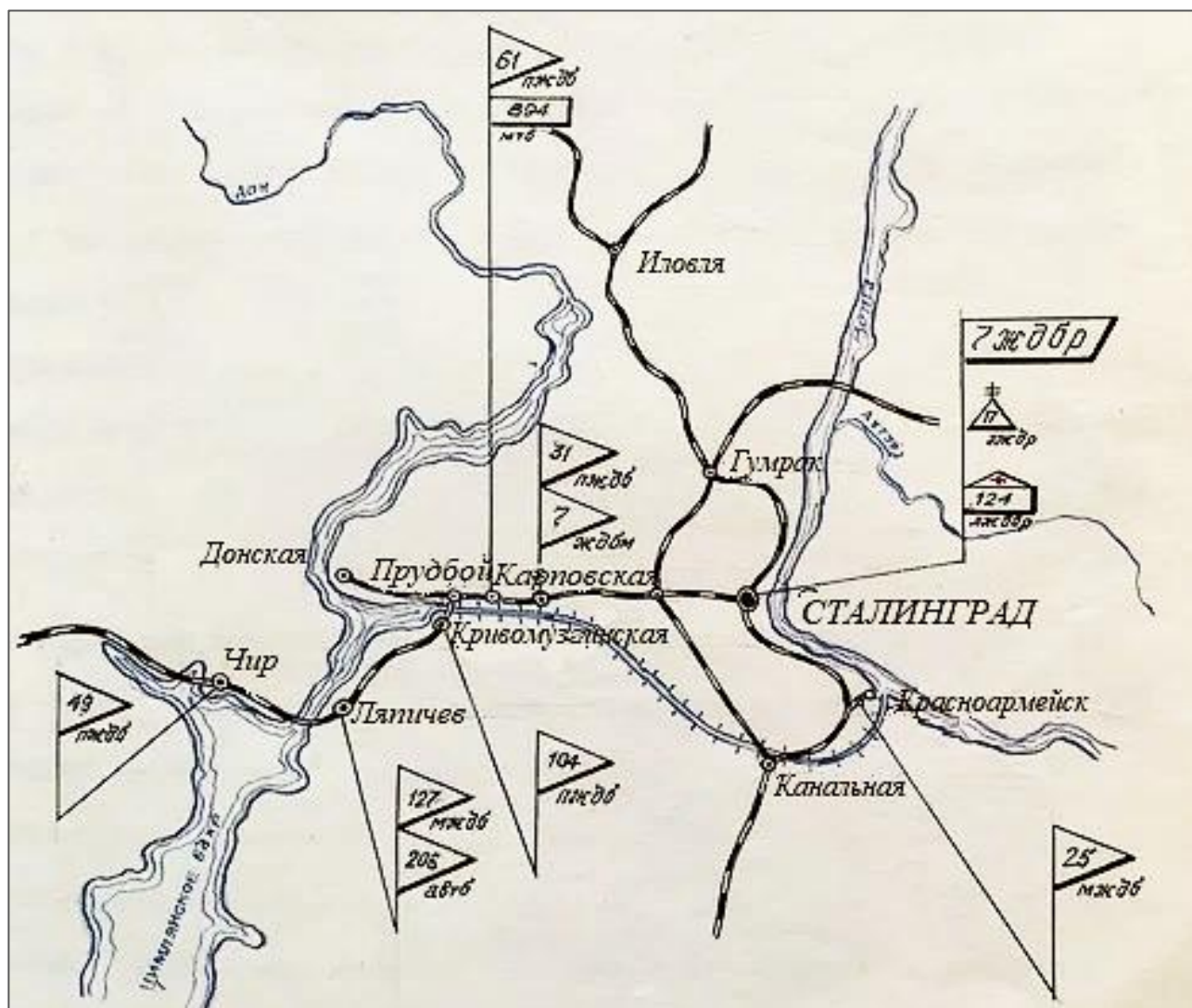


Рис. 6 – Дислокация частей 7-й ждбр при выполнении работ в зоне канала Волга – Дон

206-й оавтгб дислоцировался на станции Ляпичев и проводил работы по обслуживанию автотранспортом земляных работ на обходах участка Суровикино – Карповская.

25-й омждб дислоцировался на станции Красноармейск и проводил работы по сооружению железнодорожного моста через канал на 4 км путепровода и малых водопропускных труб на линии Сарепта – Мачтозавод, малых мостов на перегонах Продбой – Карповская и Кумовка – разъезд Кривомузгинский, домов машинистов на станции Сарепта.

17-я оэждр дислоцировалась на станции Сталинград II и проводила работы по обслуживанию материальных поездов и землевозных вертушек на строительстве железнодорожных обходов и несла диспетчерскую службу по продвижению строительных грузов. О том, как велись работы в зоне канала Волга – Дон, подробно описал начальник Железнодорожных войск Министерства обороны СССР, генерал-полковник технических войск Алексей Михайлович Крюков в своей книге «Пути и тревоги» [6]. Мы лишь приведем небольшие выдержки из указанной книги, для того чтобы понимать о том, как все происходило и какие усилия нужно было приложить воинам-железнодорожникам 7-й оэждр для строительства новых железнодорожных путей, станций и мостов.

Известно, что при строительстве первоочередной задачей стали земляные работы. Перед началом работ среди механизаторов бригады было организовано изучение опыта работы передовиков, приведена в повышенную готовность землеройная техника, закреплены за механизмами ремонтные летучки, проведен целый ряд других технических и организационных мероприятий.

А.М. Крюков вспоминал: «Создав мощные механизированные комплексы, мы постоянно держали их в поле зрения. Помнится, на подходах к одному из мостов необходимо было выполнить 618 тыс. м³ земляных работ. Н.Г. Шмелев направил на объект 4 мощных экскаватора, 10 прицепных скреперов и 30 автосамосвалов. Комплекс заработал круглосуточно. Передовой экскаваторщик сержант М.В. Ляблин выступил с ценной

инициативой – выполнять на механизмах ежедневно по две дневные нормы. Это в два раза сокращало срок выполнения задания и позволяло раньше намеченного времени перебросить механизмы на другой участок. Инициативу сержанта поддерживали все механизаторы. Впереди соревнующихся шел инициатор. Он сдержал свое слово. Годовое задание сержант Ляблин перевыполнил в два с половиной раза. Таких же результатов добились экскаваторщики младший сержант С.Н. Шевелев, рядовой П.М. Бордулин, тракторист Д.К. Качалошвили, водители автосамосвалов ефрейтор Г.Ф. Егоров, рядовые И.М. Сорока, Я.И. Ярош и многие другие воины.

В ходе работ предлагались и интересные инженерные решения. С одним из них выступил подполковник С.Г. Мягков. Он предложил на одном из участков обхода на перегоне Дмитриевка – Чир возвести земляное полотно с частичным использованием существующей насыпи, в объеме 264 тыс. м³, что сокращало работы в три раза, чем при устройстве нового земляного полотна.

Не отставали от механизаторов и путейцы. По всем подразделениям гремели имена младшего сержанта М.И. Короткова, ефрейторов Ж. Гогаладзе, И.Ф. Гормаковского, И.Ф. Присняка, рядовых Е.С. Курилова, В.П. Черного, выполнявших полтора и два дневных задания. Впереди соревнующихся был батальон майора Ж.Г. Исаакяна (фото 25). Молодой комбат вскоре вывел свой батальон в число передовых и прочно удерживал эти позиции до конца строительства.

Три больших моста строили мостовые подразделения офицеров С.В. Твердова, В.В. Кондратьева и М.С. Барановича. Мостовики приступили к работам одновременно на всех трех объектах и прежде всего начали создавать свою собственную индустрию. На подсобных предприятиях изготавливали бетонные блоки, железобетонные секционные пролетные строения, звенья труб.

Воины-мостовики не раз радовали своими достижениями. Особенно часто приходили такие сообщения из рот, которыми командовали капитаны А.Е. Акмаев и И.П. Гаркавенко. Девизом

мостовиков стало – в течение дня выполнять два дневных задания. Первыми его достигли ефрейтор А.И. Коротеев и рядовой В.И.



Фото 25. Укладка рельсошпальной решетки на обходе Мариновка – Донская личным составом батальона майора Ж.Г. Иссаакяна

В 1951-1952 годах части 7-й ождбр продолжали строительно-монтажные работы на Сталинградской железной дороге и зоне Волго-Донского судоходного канала.

Все выполняемые работы частями бригады были закончены в срок – к началу перекрытия плотины и образования водохранилища. Все шесть обходов Государственная комиссия приняла в эксплуатацию. При этом пять из них получили оценку «отлично» и только один «хорошо».

По масштабам цен того периода план бригады составлял десятки миллионов рублей в год. Это были рекордные цифры. Ни одна железнодорожная стройка того времени не знала подобного. За этими миллионами рублей были конкретные объёмы работ.

Вспоминая те полные трудового напряжения дни, А.М. Крюков в своих мемуарах отмечал: «В том, что нам удалось в короткий срок решить трудную техническую задачу, заслуга воинов – механизаторов, мостовиков, путейцев, связистов, всех воинов-железнодорожников, принимавших участие в грандиозной стройке. Это так. Но не будет преувеличением сказать, что в нашем успехе по созданию стальных коммуникаций Волго-Дона достойное место занимают организаторская деятельность командиров, творческая мысль инженеров, мобилизующая сила партийно-воспитательной работы.

Горшко. Через неделю такого же успеха добились многие – движение стало массовым, люди работали самоотверженно.

Со всей определенностью можно утверждать, что на железнодорожных объектах канала ярко проявилось организаторское умение командиров всех степеней. Они взводные, ротные, батальонные командиры, в большинстве своем люди, опаленные войной, прошедшие через трудности восстановления железных дорог в первые послевоенные годы и обладавшие громадным опытом строительства стальных магистралей...» [6].

27 июля 1952 года состоялось открытие Волго-Донского канала. Министр речного флота РСФСР З.А. Шашков разрезал ленту, и первый теплоход пошел по каналу. Сократив путь судам между портами Балтики, Белого, Азовского и Черного морей, вдвое по сравнению с путем вокруг Европы, он стал важнейшим звеном Единой водной транспортной системы страны.

Тысячи участников ударной стройки были награждены правительственными наградами СССР, среди которых немало и воинов-железнодорожников 7-й ождбр, таких как: С.В. Твердов, В.В. Кондратьев, М.С. Баранович, М.А. Каранды, В.А. Добровольский, В.А. Жандецкий, Е.Е. Пасешниченко, В.А. Мацык, Н.И. Коротков, И.Ф. Гормаковский, Ж. Гоголадзе, И.П. Присняк, Е.С. Курилов, в том числе командир бригады, полковник А.М. Крюков награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Согласно официальной технической справке ныне из 101 километра общей протяженности Волго-Донского канала на путь по водохранилищам приходится 45 километров. Их в составе канала насчитывается три – Варваровское, Береславское и Карповское. Минимальная глубина водной трассы сейчас составляет не менее 3,5 метра. Канал питается донской водой из того самого Цимлянского водохранилища, где выполняла задачи по переносу пути личный состав 7-й ждбр, так как на этом участке местности долина Дона лежит выше долины Волги на 44 метра.

В 2027 году Волго-Донской канал отметит 75-летие, так же, как и сама 7-я ждбр – 90-летие. Неудивительно, что сейчас многие его системы и сооружения требуют замены и модернизации. И не зря ещё в апреле 2007 году, президент РФ Владимир Путин в своем Федеральном собрании предложил проработать вопрос о создании международного консорциума для прокладки второй нитки Волго-Донского канала, что должно увеличить пропускную способность Волго-Дона в два раза – до 30-25 млн. т грузов в год.

Список литературы

1. Железнодорожные войска России. Кн. 4. В период мирного строительства: 1945-1991 / Под ред. Г.И. Когатько. – М.: ООО «Русь-Стиль XXI век», 2002. – С.123.
2. Историко-мемориальный зал 857 учебного центра (Железнодорожных войск). Архивные и рукописные документы. Производственно-технический отчет за 1946 год 2-го железнодорожного корпуса. Киев, 1946. – Л.76.
4. ЦАМО РФ. Ф. 33. Оп. 682524. Д. 290.
5. Историко-мемориальный зал 857 учебного центра (Железнодорожных войск). Архивные и рукописные документы. Историческая справка о деятельности 7 отдельной железнодорожной ордена Трудового Красного знамени бригада (за период 1937-1993 гг.) (ед. экземпляр). – Л. 89.
6. Крюков А.М. Пути и тревоги: Записки военного железнодорожника. – Петрозаводск: Карелия, 1982. – с. 288.

Модель расчета остаточной скорости поражающего элемента в виде шара при преодолении снежной преграды с градиентными физико-механическими характеристиками

A model for calculating the residual velocity of a striking element in the form of a ball when overcoming a snow barrier with gradient physico-mechanical characteristics

Аннотация. В настоящее время, одной из актуальных задач дальнейшего исследования взаимодействия поражающего элемента и снежной преграды является изучение характера и степени потери скорости, кинетической энергии от изменения плотности и толщины снежного слоя. Существующий интерес в теории и практики проникания поражающего элемента в снежной преграде безусловно представляет такое исследование актуальным, так как позволяет получить не только качественные, но и количественные соотношения в виде математических зависимостей. Точность полученных зависимостей исследования подтверждается валидацией с экспериментами.

Abstract. Currently, due to the development of unmanned aerial vehicles and technological capabilities for their combat use, it has become necessary to shelter rocket and artillery weapons, as well as missiles and ammunition. into reinforced concrete structures buried underground. Obviously, this method of protection will make it possible to exclude enemy reconnaissance of the locations of rocket and artillery weapons, missiles and ammunition, as well as their successful destruction. The procedure for conducting modeling in order to optimize and select optimal technical solutions using software packages for modeling explosion and destruction based on the method of discrete particles and equations of state is considered. As a result of the study, the problem of modeling an underground explosion was solved and its impact on the strength of reinforced concrete structures buried underground was assessed, depending on the size of the charge and the depth of its embedding in the ground.

Ключевые слова: Снежная преграда, метод SPH, скорость проникания, поражающий элемент, интерполяция, импульс, метод конечных элементов.

Keywords: Underground explosion, detonation velocity, grid-free method with Lagrangian representation of the medium, arbitrary deformations.

В статье разработан математический образ поведения снежной преграды при взаимодействии с абсолютно жестким поражающим элементом в виде шара с учетом использования метода гидродинамики сглаженных частиц (SPH). SPH метод основан на частицах, который использует Лагранжев подход. Авторами [1] успешно смоделированы оползни, гидродинамика, а также поведение снега во время лавин, его взаимодействие с различными материальными структурами. Из

источника [2] достоверно известно, что при моделировании снежного слоя SPH модель адекватно описывает деформирование снега при его взаимодействии с твердыми телами. Свойства снега подробно описаны в источниках [3-5] и не представляют научной обоснованности в настоящей статье.

Многие исследователи пытались разработать вычислительные модели снега, используя различные методы. John Gauem и Jerome Johnson исследовали

метод дискретных элементов (DEM), который, хотя и эффективен, но зачастую сопряжен с значительными вычислительными затратами, что делает его сложным для реализации объемных задач. Pascal Hagenmuller использовал метод конечных элементов (МКЭ), но МКЭ не описывает большую деформацию сетки и ведет к ее искажению.

Алгоритмы сопряжения, разработанные для других бессеточных методов, могут быть применены для использования с SPH. Среди многих недавно предложенных методов ниже приведены некоторые из них. Смешанная иерархическая аппроксимация, основанная на бессеточных методах и FE, предложенная Huerta и др. [6, 7], устраняет разрывы в производной по внутренним границам при объединении FE и метода Галеркина без элементов (ЭЭГ). Belytschko и Xiao [8] предложили "метод связывания с мостовой областью", который использует множители Лагранжа в области, где дискретизация FE и частиц перекрывается. Они применили этот подход к многомасштабному моделированию для увязки континуумов с молекулярной динамикой. Другой метод объединения атомных и континуальных масштабов был предложен Wagner и Liu [9] и Kadowaki и Liu [10]. За счет согласования динамических сопротивлений различных областей дискретизации при таком подходе предотвращается отражение паразитных волн. Следует учесть, что метод интерполяции не должен влиять на однородность пространства. Один из способов продемонстрировать это – доказать, что интерполяция пространства решений сама по себе инвариантна по отношению к трансляционному преобразованию, другими словами, не зависит от перемещения осей координат. Чтобы выразить это утверждение математически, необходимо начать с записи общего выражения для SPH-интерполяции векторного поля

$$\langle F(x_I) \rangle = \sum_j \frac{m_j}{\rho_j} \cdot F(x_j) \cdot W(|x_I - x_j|, h) \quad (1)$$

Если интерполируемое поле является пространством решений, то

$F = x$ и уравнение (1) становится

$$\langle x \rangle = \sum_j \frac{m_j}{\rho_j} \cdot x_j \cdot W(|x_I - x_j|, h). \quad (2)$$

В другой, переведенной системе координат это уравнение имеет вид

$$\langle x' \rangle|_{x'=x_I} = \sum_j \frac{m_j}{\rho_j} \cdot x'_j \cdot W(|x'_I - x'_j|, h) \quad (3)$$

где x' – вектор координат в новой системе координат. Если вектор перемещения, на который была перемещена исходная точка системы координат, определен как $2/x$, то соотношение между x и x' равно

$$x' = x - \Delta x. \quad (4)$$

Если интерполированные координаты точки не зависят от перемещения координатных осей, то должно выполняться следующее

$$\langle x' \rangle = \langle x \rangle - \Delta x. \quad (5)$$

Подставляя уравнение (5) в уравнение (4) для обоих случаев, получаем

$$\langle x' \rangle = \sum_j \frac{m_j}{\rho_j} \cdot x_j \cdot W(|x_I - x_j|, h) - \sum_j \frac{m_j}{\rho_j} \cdot \Delta x \cdot W(|x_I - x_j|, h) \quad (6)$$

$$\langle x' \rangle = \langle x \rangle - \Delta x \cdot \sum_j \frac{m_j}{\rho_j} \cdot W(|x_I - x_j|, h) \quad (7)$$

Из сравнения уравнения (7) и уравнения (4) становится ясно, что дискретизированное пространство будет однородным только в том случае, если выполняется следующее условие

$$\sum_j \frac{m_j}{\rho_j} \cdot W(|x_I - x_j|, h) = 1 \quad (8)$$

Аналогично, метод интерполяции не должен влиять на изотропию пространства. Один из способов продемонстрировать это – доказать, что интерполяция самого пространства решений не зависит от поворота осей координат. То же самое справедливо и для приближения SPH. Каждая частица несёт массу, импульс и энергию, а также участвует в вычислении плотности и напряжений в окрестности. Базовая аппроксимация в SPH для функции $f(r)$ записывается как

$$f(r) \approx \sum_j \frac{m_j}{\rho_j} f(r_j) W(r - r_j, h). \quad (9)$$

где m_j – масса j -й частицы, ρ_j – её плотность, $W(r - r_j, h)$ – сглаживающая функция ядра с радиусом влияния h . Таким образом, значения функции вычисляются через вклад соседних частиц в пределах радиуса h .

Проведены экспериментальные исследования по оценке снижения скорости поражающего элемента в виде шара при пробитии снежной преграды, размещенной в цилиндрической трубе (рисунок 1).



Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки:

- 1) баллистический ствол; 2) регистратор баллистический «РБ-1000»;
- 3) труба для удержания снега; 4) регистратор скорости пули «РС-4М»

В состав материально-технического и метрологического обеспечения эксперимента входили: патроны индустриальные FixPistols F-D 6,8/18 Д5, стальные шарики по ГОСТ-3722 (диаметр 6,35 мм и массой 1,05 г, диаметр 6 мм и массой 0,888 г, диаметр 5,556 мм и массой 0,788 г), регистратор скорости полета пули РС-4М, зав. № 975, термогигрометр RGK ТН-14, зав.

№ 1276157, весы электронные М-ЕР, зав. № 21В45981, дальномер лазерный RGK D30, зав. № 21L061715, камера теплехолода КТХ-74-65/165, зав. № 072400004, регистратор баллистический РБ-1000, зав. № 01.025, пластиковая труба диаметром 110 мм и длиной 300 мм, 450 мм и 600 мм. В ходе проведения эксперимента использовался снег различной плотности, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Плотность снега, размещаемого в пластиковой трубе диаметром 110 мм

Наименование	Плотность, кг/м ³	Температура, °С
Свежевыпавший снег	50-150	от -2 до -10
Свежевыпавший мокрый	150-250	от -2 до -10
Лежалый сухой	250-500	от -2 до -10
Лежалый сухой	250-500	-30

Очевидно, что структура снега представляет собой пористую среду, которая испытывает уплотнение при динамическом нагружении, сопровождаемое ростом контактов между кристаллами, изменением внутреннего трения и перераспределением поровой

зоны «воздух-вода». В результате динамическая несущая способность P_d возрастает по мере проникания. Для аналитической оценки использовалась зависимость вида

$$P_d(z) = P_{d0} \left(1 + \lambda_c \frac{z}{d} \right) \quad (10)$$

где P_{d0} – начальное значение, λ_c – коэффициент уплотнения, d – диаметр поражающего элемента (шара). Подстановка $P_d(z)$ в уравнение движения приводит к интегралу, решаемому численно. Такой учет повышает согласованность аналитики с

наблюдаемым ростом сопротивления по глубине проникания поражающего элемента в снег.

В результате экспериментальных исследований получена кривая уплотнения снега от приложенной ударной нагрузки (рисунок 2).

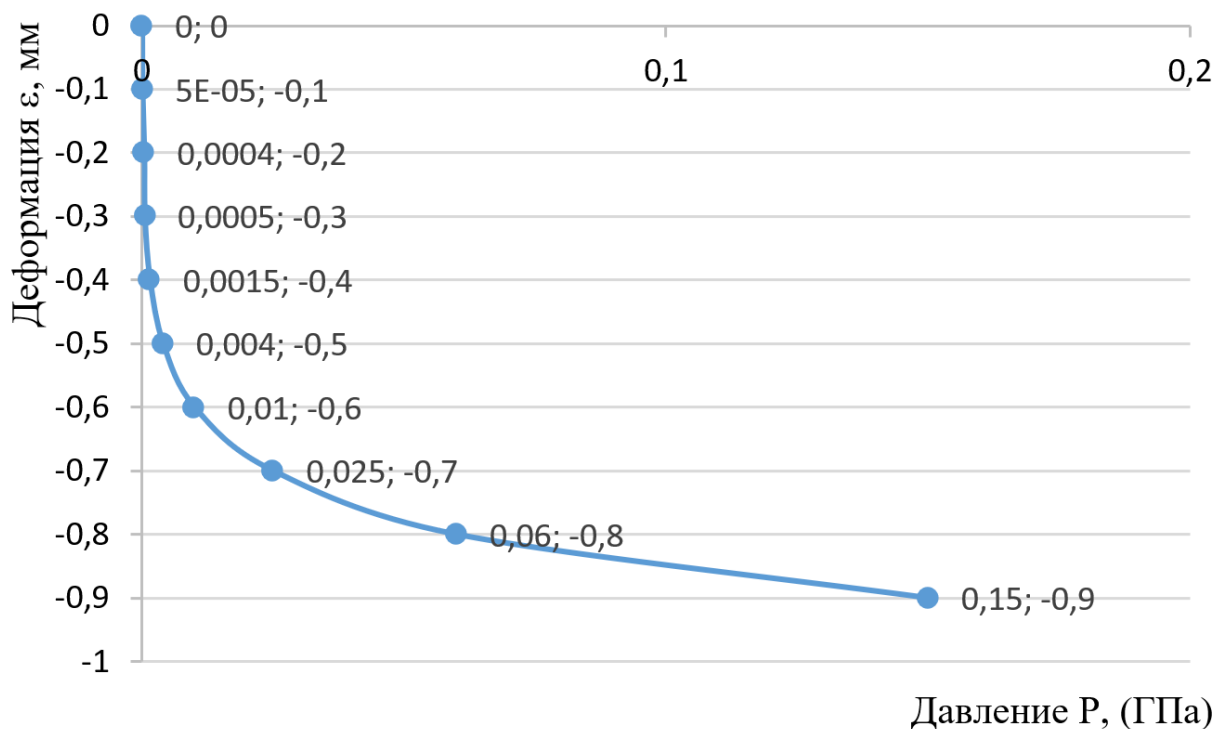


Рис. 2. Кривая уплотнения снега от приложенной ударной нагрузки

Полученная кривая (P, ε) позволила провести калибровку модели, которая включала несколько этапов: 1) сбор экспериментальных данных; 2) выбор диапазона параметров; 3) выполнение серии расчётов; 4) сопоставление результатов с экспериментом; 5) оптимизация параметров. Оптимизация проводилась методом обратной идентификации.

Описание движения жёсткого тела в снежной преграде проводилось соотношением Понселе, которое адекватно связывает изменение скорости с суммой статической и квадратичной динамической составляющей сопротивления снега

$$m \frac{dv}{dt} = -(kA + c\rho A v^2) \quad (11)$$

где m – масса поражающего элемента, A – площадь поперечного сечения, k – эффективная прочность слоя, ρ – плотность снега, c – коэффициент квадратичного сопротивления.

Для перехода к координате глубины

$$mv \frac{dv}{dz} = -(kA + c\rho A v^2) \quad (12)$$

Проинтегрировав (3), получили выражение скорости в зависимости от глубины проникания

$$v^2(z) = \left(v_0^2 + \frac{k}{c\rho}\right) \exp\left(-\frac{2c\rho A}{m} z\right) - \frac{k}{c\rho} \quad (13)$$

В LS-Dyna для точного моделирования поведения снега и поражающего элемента использовались модели материалов: абсолютно жесткого тела MAT_RIGID для шара и сыпучих

сред MAT_SOIL_AND_FOAM_FAILURE для снега, которая позволяет учитывать пластичность, сжимаемость и разрушение пористых сред. Основное уравнение состояния определяет давление как функцию плотности и энергии

$$p = K \left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1 \right) + \Gamma E \quad (14)$$

где K – модуль объёмной сжимаемости, ρ_0 – начальная плотность, ρ – текущая плотность, Γ – коэффициент Грюнайзена, E – удельная внутренняя энергия.

Разработана модель поражающего элемента (шара) и снежной преграды представлена на рисунке 3.

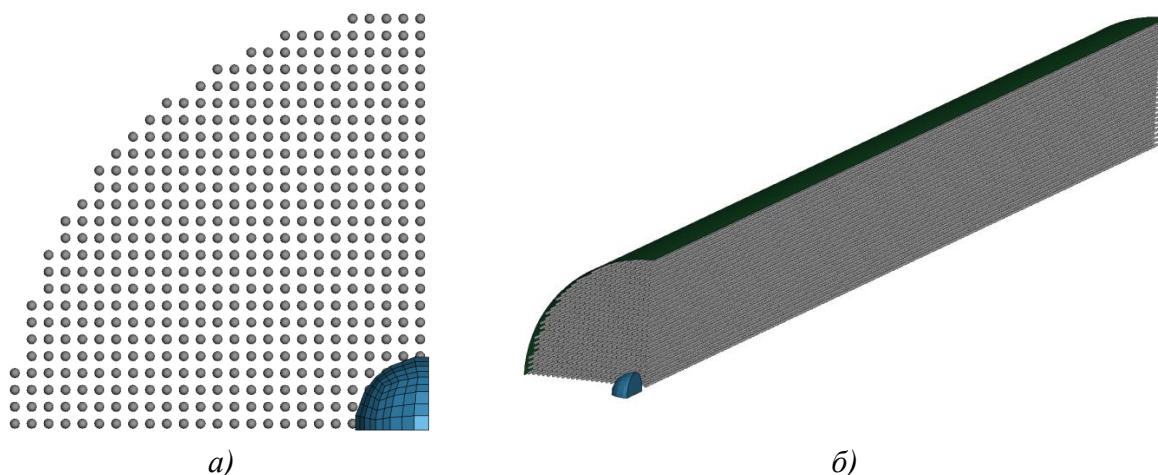


Рис. 3. Математическая модель поражающего элемента и снежной преграды, размещенной в цилиндрической трубе диаметром 110 мм: а) дискретизация 1/4 части модели с распределением элементов SPH, б) изометрия размещения снега в цилиндрической трубе

Цилиндрический контейнер (труба) была смоделирована с использованием 2D элементов SHELL. Поражающий элемент (шар) с использованием 3D элементов

SOLID. Снег смоделирован методом сглаженной гидродинамики частиц (SPH). В таблице 2 обобщена информация о модели.

Таблица 2

Обобщенная информация разработанной модели

Наименование части	Способ моделирования	Количество элементов (тип)
Поражающий элемент	3D элементы SOLID	1750 (Гекса)
Цилиндр	2D элементы SHELL	1200 (Квадро)
Снег	SPH частицы	147600 (SPH)

При моделировании пробития одной из ключевых задач является корректное описание контакта между твёрдым телом (шаром) и деформируемой средой (снег). В LS-DYNA реализовано несколько подходов к контактному взаимодействию: метод штрафных функций (penalty method) и метод наложения ограничений (constraint method).

Метод штрафных функций основывается на введении виртуальных пружин между контактирующими

поверхностями, что позволяет избежать проникновения элементов друг в друга. Метод ограничений использует формулировку с жёстким наложением условий непрерывности перемещений на контактной границе. В задачах пробития чаще используется penalty метод, так как он обеспечивает устойчивость и приемлемую точность при большом числе контактов.

При связке SPH и лагранжевых областей использовался алгоритм

*CONTACT_AUTOMATIC_NODES_TO_SURFACE, который обеспечил передачу импульса от частиц к лагранжевым элементам и обратно. При этом учитывались эффекты эрозии: частицы могут разрушать лагранжевые элементы при достижении предельных условий.

Корректная настройка контакта между SPH и лагранжевыми областями имела решающее значение для описания процесса проникания. Слишком жёсткие параметры штрафа приводили к численным неустойчивостям, слишком мягкие – к «протеканию» частиц сквозь элементы. Оптимальный выбор параметров штрафа был ключевым фактором для устойчивости разработанной модели.

В исследовании использовалась явная динамика, которая основана на интегрировании уравнений движения во времени с использованием явных схем. Основное уравнение движения для произвольного элемента системы записывается как

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + Ku = F_{ext}$$

где M – матрица масс, C – матрица демпфирования, K – матрица жёсткости, u – вектор перемещений, F_{ext} – вектор внешних сил.

По итогам численного эксперимента получены результаты скорости выхода шара после пробития снежной преграды различной плотности. Сопоставление численных и экспериментальных исследований представлены в таблице 3

Таблица 3
Результаты численных и экспериментальных исследований

ПЭ	Длина трубы, мм	Экспериментально			Численно		
		Плотность снега, кг/м³	Скорость входа v_0 , м/с	Скорость выхода v_1 , м/с	Плотность снега, кг/м³	Скорость входа v_0 , м/с	Скорость выхода v_1 , м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
$d=5,56$ мм, $m=0,71$ г	300	123,6	818	470	123,6	818	445
		141,2	876	494	141,2	876	487
		351,1	812	250	351,1	812	435
	450	133,41	850	391	133,41	850	387
		141,2	461	61	141,2	461	75
		324,3	868	115	324,3	868	105
	600	124,6	789	304	124,6	789	278
		177,5	855	не пробил	177,5	855	не пробил
		336,4	873	не пробил	336,4	873	не пробил
$d=6,35$ мм, $m=1,05$ г	300	120,8	810	465	120,8	810	456
		138,6	823	486	138,6	823	476
		365,4	805	223	365,4	805	220
	450	123,6	867	398	123,6	867	386
		141,2	435	57	141,2	435	46
		351,1	889	108	351,1	889	99
	600	123,6	780	268	123,6	780	256
		141,2	850	не пробил	141,2	850	не пробил
		351,1	880	не пробил	351,1	880	не пробил

По результатам таблицы 3 можно сделать вывод, что экспериментальные исследования по скорости выхода поражающего элемента из снежной преграды сопоставимы с результатами численной модели. Относительное

расхождение $\Delta v \approx 4.8 \%$, что подтверждает корректность выбранных параметров сопротивления среды.

Численная зависимость скорости $v(x)$ от глубины проникания x в период времени t представлена на рисунке 3.

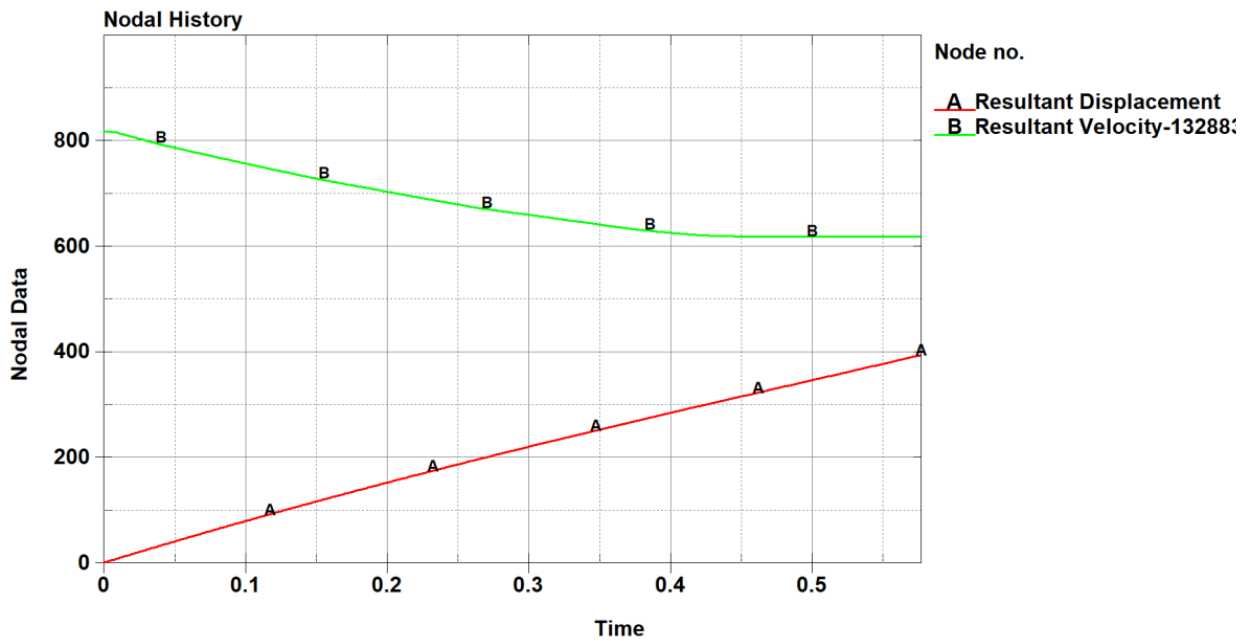
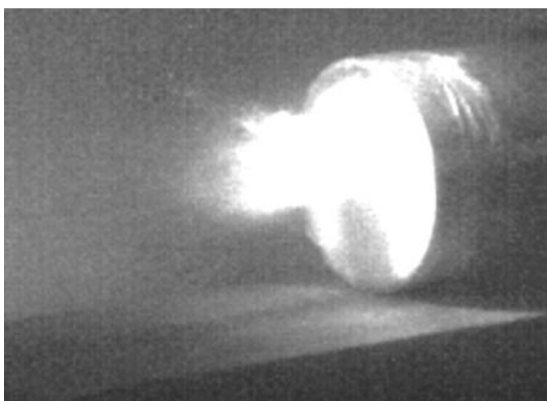


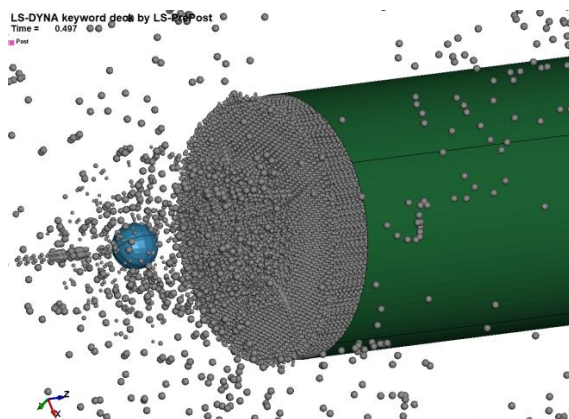
Рис. 3. Численная зависимость скорости $v(x)$ от глубины проникания x

Высокоскоростная съемка подтверждает правильность проведения эксперимента и согласуется с численной

моделью. Снимки момента вылета шара, после прохождения снежной преграды, представлены на рисунке 4.



а)



б)

Рис. 4. Снимки момента вылета шара, после прохождения снежной преграды: а) экспериментальный снимок; б) численный снимок

После согласования расчетных данных проводился вывод уравнения для скорости поражающего элемента за снежной преградой, при условии, что он обладает достаточной энергией и пробивает снег с запасом.

Уравнение сохранения энергии поражающего элемента при пробитии снежной преграды имеет вид [11]

$$\frac{m_{\text{пэ}} v_0^2}{2} = R \cdot L + \frac{m_{\text{пэ}} v_1^2}{2}. \quad (15)$$

Введем коэффициент уточнения воздействия снега на ударник $\bar{X}$ по ширине снежного покрова

$$\bar{X} = \frac{X \cdot \rho \cdot S_m}{m_{\text{пэ}}}, \quad (16)$$

где X – глубина внедрения, ρ – плотность снега, S_m – площадь мишени шара, $m_{\text{пэ}}$ – масса шара.

После преобразования выражение (15) примет вид

$$\frac{m_{\text{пэ}} v_0^2}{2} = R \cdot \bar{X} \cdot L + \frac{m_{\text{пэ}} v_1^2}{2}. \quad (17)$$

Для вывода скорости v_1 , помножим обе части уравнения (17) на 2

$$v_1 = \sqrt{\frac{m_{пэ} v_0^2 - 2R\bar{X}L}{m_{пэ}}}. \quad (18)$$

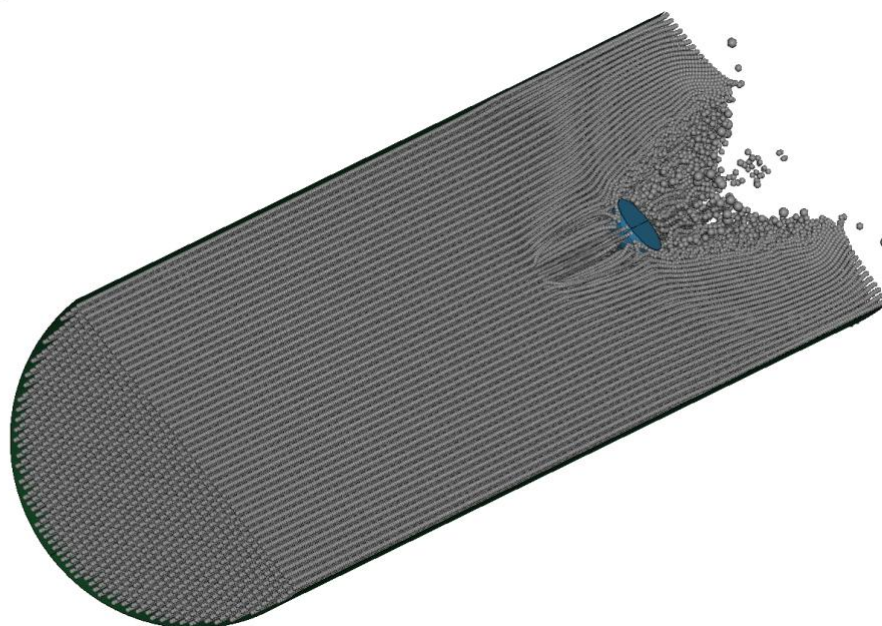
Практическая ценность проведенных исследований заключается в возможности применения результатов при реальных испытаниях. Использование численных моделей позволяет существенно

сократить количество натурных экспериментов, ограничиваясь лишь верификационными тестами. Это снижает затраты и ускоряет процесс оценки пробития преграды, а следовательно, и разработки перспективных гранат, что особенно актуально в условиях проведения специальной военной операции. Модель пробития снежной преграды на некоторых этапах времени представлена на рисунке 5.

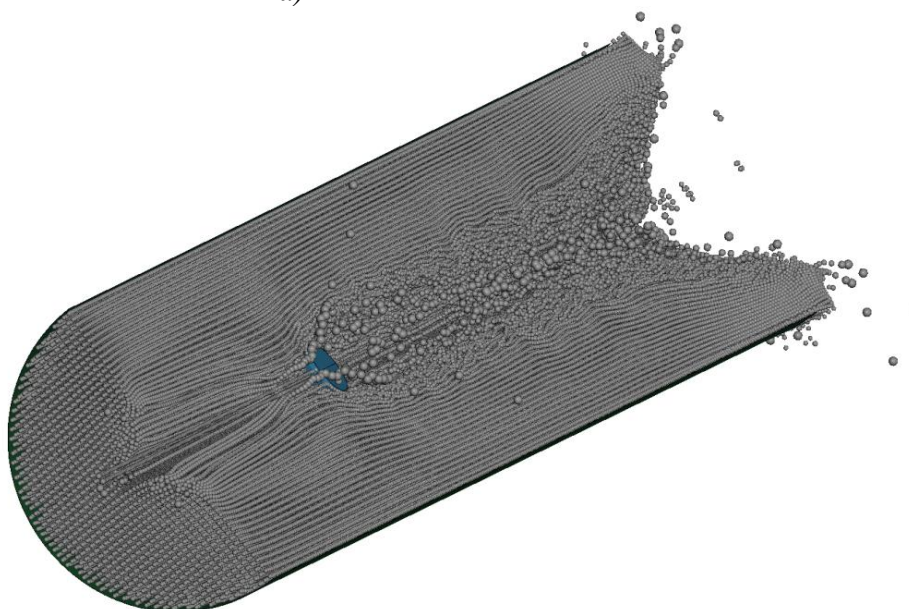
LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost
Time = 0.097994
Post



LS-DYNA keyword deck by LS-PrePost
Time = 0.302
Post



а)



б)

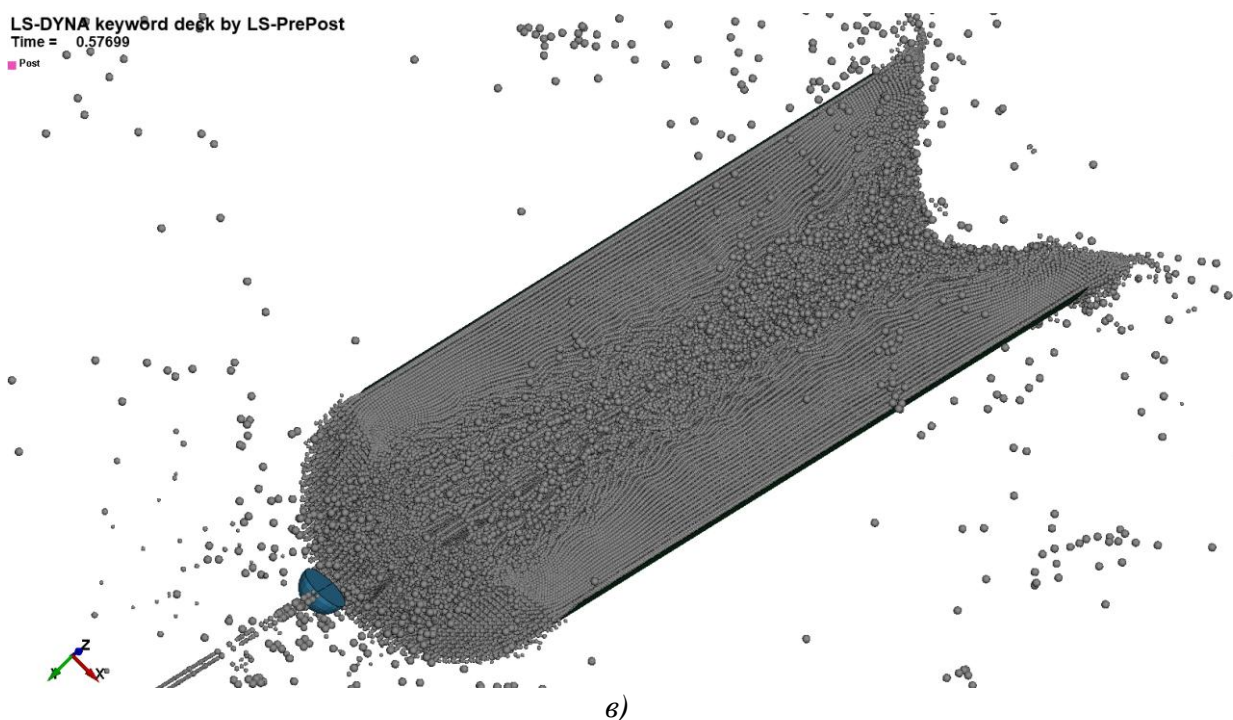


Рис. 5. Модель пробития снежной преграды шаром в разрезе на этапах времени: а) 0,09 с; б) 0,3 с; в) 0,57 с

Выводы

Настоящее исследование было предпринято с целью изучения физики процесса высокоскоростного пробития снежной преграды поражающим элементом в виде шара. Проведены экспериментальные исследования и численные расчеты в части касающейся прохождения шара через снег, которые показали высокую согласованность по скорости $\Delta v \approx 4.8\%$, что говорит об адекватности разработанной математической модели.

Получена интерполяционная зависимость $\bar{x}$, которая правомерно введена в уравнение сохранения энергии и учитывает влияние снежного покрова на снижение скорости проникания поражающего элемента. Немаловажно

отметить, что авторами исследования наибольшее внимание было уделено нахождению функции скорости $v(x)$ от глубины проникания x в период времени t , которая позволяет вычислять на различных этапах глубины проникания поражающего элемента в снег его скорость и тем самым предсказывать энергию на выходе, что важно для поражения живой силы.

В целом предложенные расчетные данные и математическая модель оценки изменения скорости поражающего элемента при высокоскоростном пробитии снежной преграды достаточно правильно отражают основные закономерности сложного физического процесса.

Список литературы:

1. E.A. Podolskiy, G. Chambon, M. Naaim and J. Gaume (2017), A review of finite element modelling in snow mechanics, DOI:10.3189/2013JoG13J121.
2. Jerome B Johnson, Mark A Hopkins (2005), identifying microstructural deformation mechanisms in snow using DOI: <https://doi.org/10.3189/172756505781829188>.
3. Pascal Hagenmuller, Thiemo C. Theile and Martin Schneebeli (2014), Numerical simulation of microstructural damage and tensile strength of snow, doi:10.1002/2013GL058078.
4. Daisy Huang, Jonah H. Lee (2013), Mechanical Properties of snow using indentation tests: Size effects, doi: 10.3189/2013JoG12J064.

5. Ahmed M Abdelarzek, I Kimura & Y Shimizu (2014), Numerical Simulation of snow avalanches as a Bingham fluid flow using SPH method, DOI:10.1201/b17133-210.
6. Huerta A, Fernandez-Mendez S., (2000), Enrichment and coupling of the finite element and meshless method. International Journal for Numerical Methods in Engineering; 48: pp. 1615- 1636.
7. Huerta A, Fernandez-Mendez S, Liu WK., (2004), A comparison of two formulations to blend finite elements and meshfree methods. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering; 193 (12-14): pp. 1105-1117.
8. Belytschko T, Xiao SP. (2004), A bridging domain method for coupling continua with molecular dynamics. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering; 193: pp. 1645- 1669.
9. Wagner GJ, Liu WK. (2001), Hierarchical enrichment for bridging scales and meshfree boundary conditions. International Journal for Numerical Methods in Engineering; 50: pp. 507-524.
10. Kadowaki H, Liu WK., (2005), A multiscale approach for the micropolar continuum model. Computer Modeling in Engineering and Sciences; 7(3): pp. 269-282.
11. Дерябин П.Н. Физические основы поражения живой силы в бронежилетах и пути повышения ее живучести / П.Н. Дерябин. – Пенза: ПАИИ, 2000. – 123 с.